Россия фәннәр академиясе
Россия мәгариф академиясе
«Просвещение» нәшрияты

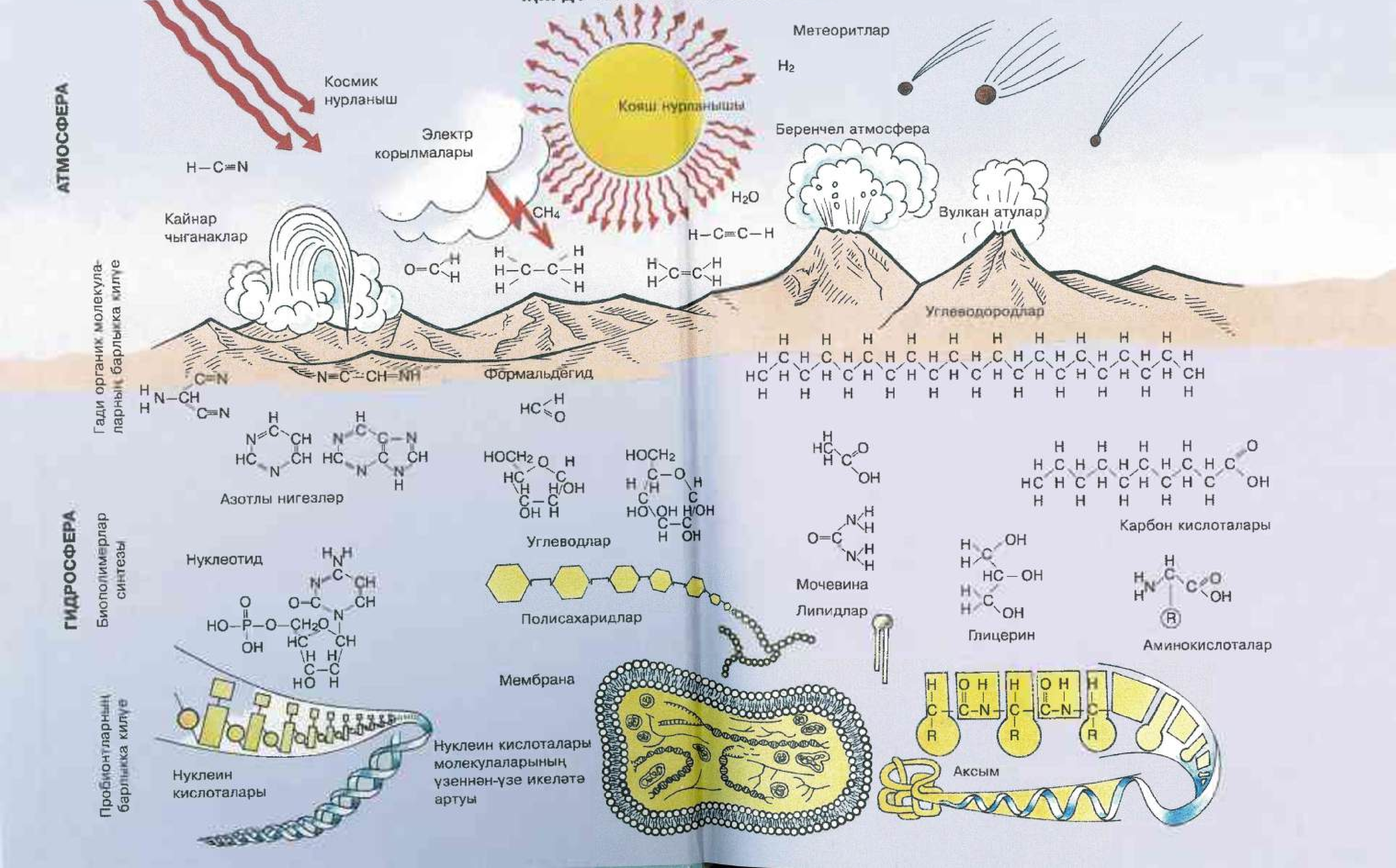
Академик мәктәп дәреслеге

БИОЛОГИЯ

10-11

БИОЛОГИЯ 10 - 11

ЖИРДӘ ТЕРЕКЛЕК БАРЛЫККА КИЛҮ



Россия фәннәр академиясе
Россия мәгариф академиясе
«Просвещение» нәшрияты

Академик мәктәп дәреслеге

БИОЛОГИЯ

ГОМУМИ БИОЛОГИЯ

10—11 НЧЕ СЫЙНЫФЛАР

ТАТАР ТЕЛЕНДӘ УРТА ГОМУМИ БЕЛЕМ БИРҮ МӘКТӘБЕ ӨЧЕН ДӘРЕСЛЕК

Төп курс

Академик **Д. К. Беляев** һәм
профессор **Г. М. Дымшиц** редакциясендә

Россия Федерациясе
Мәгариф һәм фән министрлыгы тарафыннан
тәкъдим ителгән

МОСКВА • «ПРОСВЕЩЕНИЕ»
КАЗАН • ТАТАРСТАН КИТАП НӘШРИЯТЫ
2013

УДК 373.167.1:573*10/11
ББК 28.0 я721
Б52

Биология. Общая биология : 10—11 классы : учеб. для общеобразоват. учреждений : базовый уровень / [Д. К. Беляев, П. М. Бородин, Н. Н. Воронцов и др.]; под ред. Д. К. Беляева, Г. М. Дымшица.— 11-е изд.— М. : Просвещение, 2012.— 304 с. : ил.— (Академический школьный учебник).

«Академик мәктәп дәреслеге» сериясенә 2005 нче елда нигез салынды

Авторлары: **Д. К. Беляев** (Кереш һәм IX бүлек), **П. М. Бородин** (X, XI бүлекләр), **Н. Н. Воронцов** (XII, XIII бүлекләр), **Е. В. Грунтенко** (VI бүлек), **Г. М. Дымшиц** (I, II, III, IV, V, XII бүлекләр), **Е. М. Низовцев** (XIV бүлек), **З. С. Никоро** (VII, VIII бүлекләр), **А. О. Рувинский** (VII, VIII, X, XI бүлекләр), **О. В. Саблина** (V, VI, VIII, XIII, XIV бүлекләр), **Р. И. Салганик** (I, III бүлекләр), **А. А. Титлянова** (XV, XVI, XVII бүлекләр), **В. К. Шумный** (IX бүлек).

Авторлар — Россия фәннәр академиясе Цитология һәм генетика институтының Себер бүлекчәсе һәм Новосибирск дәүләт университеты хезмәткәрләре.

Переводное издание учебника выпущено в свет по Сублицензионному договору 3/28-13 от 22.03.2013 г. Экземпляры переводного издания подлежат распространению исключительно в Республике Татарстан, а также среди татарской диаспоры на территориях других субъектов Российской Федерации.

Охраняется действующим законодательством об авторских и смежных правах (Гражданский кодекс РФ, ч. 4, гл. 70). Воспроизведение всей книги или её части на любых видах носителей запрещается без письменного разрешения издательства.

Биология. Гомуми биология : 10—11 нче с-флар : татар телендә
Б52 урта гомуми белем бирү мәкт. өчен д-лек : төп курс / [Д. К. Беляев, П. М. Бородин, Н. Н. Воронцов һ.б.]; Д. К. Беляев, Г. М. Дымшиц ред.; [Ф. Г. Иштирәкова тәрҗ.].— Казан : Татар. кит. нәшр., 2013.—303 б. : рәс. б-н.— (Академик мәктәп дәреслеге).
ISBN 978-5-298-02475-4

УДК 373.167.1:573*10/11
ББК 28.0 я721

ISBN 978-5-298-02475-4

© Издательство «Просвещение», 2001
© Издательство «Просвещение», 2008, с изменениями
© Художественное оформление. Издательство «Просвещение», 2008
Все права защищены
© Татарчага тәрҗемә. Татарстан китап нәшрияты, 2013

ДӘРЕСЛЕКТӘН НИЧЕК ФАЙДАЛАНЫРГА

Дәреслекнең эчтәлеге белән танышып чыгыгыз — бу сезгә аның төзелешен, бүлекләрдә параграфларның урнашу тәртибен аңларга ярдәм итәр.

Дәреслекне өйрәнгәндә, андагы рәсемнәрне, фоторәсемнәрне һәм схемаларны җентекләп карагыз. Терминнарның *курсив* белән аерып күрсәтелүенә игътибар итегез — бу өйрәнелә торган материалны яхшырак истә калдырырга булышыр.

Һәр параграфның азагында символик билгеләр күрерсез: ● билгесе үзләштерелгән белемнәрне тикшерү өчен куелган сораулар янында тора; ▶ билгесе өйрәнгәннәрне аңлап җиткерү өчен тәкъдим ителгән иҗади биремнәргә куелган; ▶ билгесе мәсьәләләрне аңлата; ○ билгесе, ботаника, зоология, кеше анатомиясе, физиологиясе һәм гигиенасы курсларыннан, шулай ук уку ярдәмлекләреннән һәм белешмә китаплардан кабатлау өчен, биремнәрне күрсәтә. Болар дәрестә өйрәнгәннәрне яхшырак үзләштерергә һәм истә калдырырга ярдәм итәр.

Төсле фонда бирелгән материал предметны атнага 2 сәгать өйрәнүчеләргә тәкъдим ителә.

Дәреслекнең форзацларын игътибар белән карагыз. Текстта аларга сылтамалар булыр.

Дәреслекне саклагыз. Аны бөкләмәгез, битләрен сак ачыгыз. Сездән соң бу дәреслектән башка укучылар да файдаланачак.

КЕРЕШ

Биология — терек табигать һәм аны идарә итүче закончалыклар турындагы фән. Ул тереклекнең барлык чагылышларын, тереклек ияләренең, аның бергәлекләренең төзелешен һәм функцияләрен өйрәнә. Биология тере организмнарның килеп чыгуын, таралуын һәм үсешен, аларның үзара һәм терек булмаган табигать белән бәйләнешен ачыклый.

Тереклек дөньясы гаҗәеп күптөрле. Хәзерге вакытта 500 меңләп төр үсемлек һәм 1,5 миллионнан артык төр хайван, 3 меңнән артык төр бактерия һәм йөз меңләгән төр гөмбә барлыгы ачыкланды һәм тасвирланды. Әлегә тасвирланмаган төрләрнең саны кимендә 1—2 миллион булыр дип исәпләнә. Организмнарның барлык күптөрлелегенә хас уртак күренешләрне һәм процессларны ачу һәм аңлату — гомуми биологиянең бурычы.

Тереклекнең төп билгеләре. Һәрбер организм бербөтен булып үзара килешеп эшләүгә көйләнгән структуралар җыелмасыннан гыйбарәт, ягъни ул бер *система* булып тора. Тере организмнар күпчелек терек булмаган системаларда булмый торган билгеләргә ия. Әмма бу билгеләрнең берсен дә тереклеккә генә хас дип әйтеп булмый. Тереклекне тасвирлауның мөмкин булган ысулы — организмнарның төп үзлекләрен санап чыгу.

1. Тере организмнарның иң төп үзенчәлекләреннән берсе — *төзелешләренең катлаулылыгы* һәм *югары оешканлык дәрәҗәсе.* Аларга тәртипкә салынган эчке төзелеш һәм күпләгән төрле-төрле катлаулы молекулалар булу хас.

2. Организмның теләсә нинди состав өлешенең үз вазифасы бар, ул *билгеле бер функцияләрне башкара.* Бу бөер, үпкә, йөрәк һәм башка шундый органнарга һәм күзәнәкләргә генә түгел, бәлки күзәнәк эче структураларына һәм молекулаларга да кагыла.

3. Тере организмнар әйләнә-тирәлектән энергия алу, аны үзгәртү һәм файдалану сәләтенә ия. Алар энергияне я туклыклы органик матдәләр формасында, я Кояш нурланышы энергиясе рәвешендә алалар. Әйләнә-тирәлектән кергән энергия һәм матдәләр исәбенә организмнар үзләренең бербөтенлеген (көйләнгән эшен) саклый һәм төрле функцияләрне башкара, таркалу продуктларын һәм үзгәртелгән энергияне җылылык рәвешендә табигатькә кире кайтара, җыеп әйткәндә, *организмнар матдәләр һәм энергия алмашуга сәләтле.*

4. Организмнар тышкы тирәлек үзгәрешләренә үзләренчә *җавап бирәләр.* Тышкы тынычсызлауга җавап бирү сәләте — тереклекнең универсаль үзлеге.

5. Тере организмнар яшәү тирәлегенә яхшы җайлашканнар. Алар үзләренең яшәү рәвешләренә бик туры киләләр. Сукыр тычкан, балык,

паразит суалчанның яшәү рәвешен күз алдына китерү өчен, аларның төзелешләре белән танышу җитә. Теге яки бу организмның төзелеше, функцияләре һәм үз-үзен тотышында аның яшәү рәвешенә туры килгән үзенчәлекләре *адаптацияләр* (җайлашулар) дип атала.

6. Тере организмнарның иң гаҗәеп үзенчәлеге — үз ишен тудыру, ягъни *үрчү сәләте.* Яңа буын һәрвакыт ата-анасына охшаш була. Организмнарның үзендәге билгеләр, үзлекләр турындагы информацияне буыннан-буынга күчерү механизмнары бар. Бу — *нәселдәнлек* чагылышы. Нәселдәнлек үзлекләрен күчерү механизмы барлык төрләр өчен бертөрле. Әмма ата-ана белән баланың охшашлыгы беркайчан да тулы булмый: бала ата-анасына охшаган булса да, ул һәрвакыт нәрсәсе беләндер алардан аерылып тора. Бу — *үзгәрүчәнлек* чагылышы, аның төп законнары шулай ук барлык төрләр өчен дә уртак. Шулай итеп, тере организмнарга үрчү, нәселдәнлек һәм үзгәрүчәнлек хас.

7. Тереклек тарихи үсешкә һәм гадидән катлаулыга таба үзгәрүгә сәләтле. Бу процессны *эволюция* дип атыйлар. Эволюция нәтиҗәсендә хәзерге бөтен күптөрлелеге белән билгеле бер яшәү шартларына җайлашкан тере организмнар барлыкка килгән (II форзацны карагыз).

Тереклекнең структур дәрәҗәләре. Терек табигатькә аның үзара катлаулы бәйләнештә торган структураларының төзелешләре төрле дәрәҗәдә булуы хас. Тереклекнең һәр дәрәҗәсен биологиянең тиешле бүлекләре: молекуляр биология, цитология, генетика, анатомия, физиология, эволюцион тәгълимат, экология өйрәнә.

Молекуляр структуралар дәрәҗәсе — тереклекнең иң түбән һәм иң борынгы баскычы. Ул терек һәм терек булмаган материя арасында тора. Аннан югарырак — тереклекнең *күзәнәк дәрәҗәсе.* Күзәнәк тә, аның эчендәге молекуляр структуралар да төзелешләренең төп билгеләре буенча барлык организмнарда да охшаш.

Орган-тукыма дәрәҗәсе күп күзәнәкле организмнарга гына хас, аларда күзәнәкләр һәм организмның күзәнәкләрдән төзелгән аерым өлешләре төзелешләре һәм функцияләре белән иң югары специальләшүгә ирешкәннәр.

Моннан югарырак дәрәҗә — *бербөтен организм* дәрәҗәсе. Организмнар үзара ничек кенә аерылып тормасыннар, аларны бер уртак билге берләштерә — алар барысы да күзәнәкләрдән тора.

Нигездә, охшаш билгеләргә ия организмнарны берләштерүче *төр* — тереклекнең тагын да катлаулырак структур дәрәҗәсе ул. Биредә төр эчендәге мөнәсәбәтләргә бәйле үз законнары була.

Ниһаять, тагын да югарырак дәрәҗә булып *биоценозлар дәрәҗәсе*, ягъни теге яки бу территориядә яки акваториядә яшәүче барлык төрләрнең бергәлекләре исәпләнә. Бу дәрәҗәгә төрара мөнәсәбәтләрнең законнары хас.

Җирдә яшәүче барлык тереклек *биосфераны* тәшкил итә. Бу — тереклекнең иң *югары дәрәҗәсе.*

Тереклек дөньясының югарырак структур дәрәҗәләренә хас законнар үзеннән түбән дәрәҗәләргә хас законнарны да юкка чыгармый. *Гомуми биология* тереклекнең барлык структур дәрәҗәләренә хас законнарны өйрәнә.

Биологияне өйрәнү методлары. Терек табигатьне өйрәнү өчен, биологлар төрле методларны кулланалар. *Күзәтү* методы объектларны һәм күренешләрне ачарга булыша. *Чагыштыру* методы терек табигатьтәге төрле күренешләр өчен уртак закончалыкларны ачыкларга мөмкинлек бирә. *Эксперимент*, яки *тәҗрибәдә* биологик объектларның теге яки бу үзлекләрен ачыкларга ярдәм итүче шартлар туа. *Тарихи метод* хәзерге органик дөнья һәм аның үткәне турындагы мәгълүматлар нигезендә терек табигатьнең үсеш процессларын танып белергә мөмкинлек бирә. Болардан тыш, күп кенә башка методлар да кулланыла.

Биологик объектларны өйрәнү өчен, тере материянең серләренә төшенергә мөмкинлек бирүче күптөрле техника: микроскоп, ультрацентрифуга, төрле химик анализаторлар, компьютерлар һәм башка бик күп приборлар кулланыла. Биологияне өйрәнүгә беренче карашка аңа мөнәсәбәте дә булмаган кебек тоелган белгечләр: химиклар, физиклар, математиклар, инженерлар һәм башка күпләгән белем ияләре үзләреннән өлеш кертәләр.

Биологиянең әһәмияте. Биологик белемнәр медицина һәм авыл хуҗалыгы фәннәре нигезендә ята. Биология гаять мөһим практик мәсьәләләрне хәл итә. Шуларның берсе — азык-төлек җитештерү. Безнең планетаның көннән-көн арта барган халкын азык-төлек белән тәэмин итү өчен, авыл хуҗалыгы үсемлекләренең күп уңыш бирә торган сортларын һәм хайваннарның продуктив токымнарын, шулай ук аларны үстерүнең камил методларын булдырырга кирәк. Биология законнарын, бигрәк тә нәселдәнлек законнарын белми һәм агрономия, зоотехникада әлеге законнарга таянмый торып, бу проблемаларны хәл итү мөмкин түгел.

Кешеләрдә төрле авыруларны, бигрәк тә йөрәк-кан тамырлары, яман шеш, СПИД кебек авыруларны булдырмау һәм дәвалау методларын эшләү мәсьәләсе бик мөһим. Бу мәсьәләне хәл итү өчен, тереклек процессларын һәм аерым күзәнәкләрдә, шулай ук организмда бу процесслар белән идарә итүче механизмнарны тирәнтен өйрәнергә кирәк.

Хәзерге вакытта кешелек алдында торган иң мөһим бурыч — табигатьне саклау һәм аның байлыкларын арттыру. Бу — кешенең хуҗалык эшчәнлеге йогынтысында табигатьнең пычрану процессы тизләшүеннән һәм шуның нәтиҗәсендә үсемлек һәм хайван төрләренең саны кимүеннән һәм хәтта бетә баруыннан килеп туган бурыч. Мохитнең пычрануы кешенең сәламәтлегенә тискәре йогынты ясый.

Промышленность һәм шәһәрләрнең үсешен туктату мөмкин түгел. Ләкин бу процессның табигатькә һәм кешенең үзенә китергән зыянын булдырмый калу бик мөһим, ул үз чиратында гомуми биология законнарын тирәнтен белүне таләп итә.

XX гасырда биологиянең алга китеше, аның башка фәннәр арасында һәм кешелек яшәешендәге үсә барган роле бу фәннең үсеш дәрәҗәсе 40—50 ел электәгегә караганда шактый югары булуын күрсәтә. Биологик тикшеренүләрнең барышына карап, җәмгыятьнең материаль-техник үсеше турында фикер йөртергә мөмкин, чөнки биология реаль җитештерүче көчкә, шулай ук кеше белән табигать арасындагы акыл белән эш итүгә корылган мөнәсәбәтләрнең фәнни нигезенә әверелә бара.

I КИСӘК КҮЗӘНӘК — ТЕРЕКЛЕК БЕРӘМЛЕГЕ

I бүлек. КҮЗӘНӘКНЕҢ ХИМИК СОСТАВЫ

Тере организмнарда шактый микъдарда химик элементлар була. Алар органик һәм неорганик кушылмаларны барлыкка китерәләр.

Төзелешенең нигезе углерод атомнары булган химик кушылмалар — тере организмнарның төп билгесе. Алар *органик кушылмалар* дип йөртеләләр. Органик кушылмалар гаять күптөрле булсалар да, шуларның дүрт кенә классы тереклек өчен әһәмиятле. Болар — аксымнар, нуклеин кислоталары, углеводлар һәм липидлар.

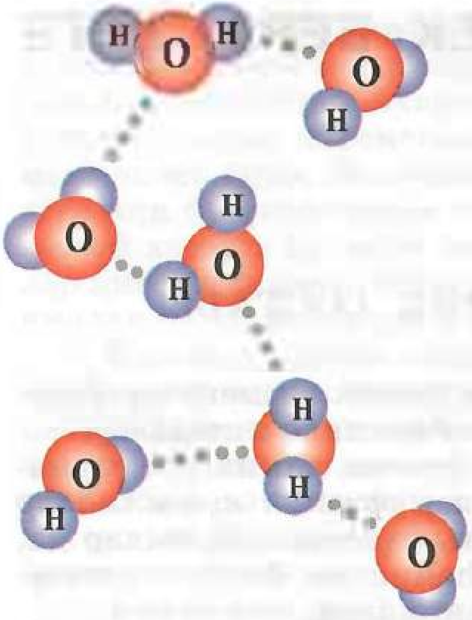
§ 1. Неорганик кушылмалар

Биологик яктан әһәмиятле химик элементлар. Без белгән 100 дән артык химик элементның 80 гә якыны тере организмнар составына керә, ләкин аларның 24 енең генә күзәнәктәге функциясе билгеле. Бу элементларның җыелмасы очраклы түгел. Тереклек Дөнья океаны суларында барлыкка килгән, һәм тере организмнар башлыча суда җиңел эри торган кушылмалар хасил итүче элементлардан тора. Аларның күпчелеге, — тотрыклы (ковалент) бәйләнешкә кереп, бик күп катлаулы молекулалар хасил итүче җиңел элементлар.

Кеше тәнендәге күзәнәкләр составында иң күбе кислород (60 % тан артык), углерод (20 % чамасы) һәм водород (10 % чамасы). Азот, кальций, фосфор, хлор, калий, күкерт, натрий, магний — барысы бергә 5 % тан кимрәк. Калган 13 элементның микъдары 0,1 % тан артмый. Күпчелек хайваннарның күзәнәкләрендә дә элементлар шундыйрак составта, үсемлек күзәнәкләре һәм микроорганизмнар гына болардан аерылып тора. Күзәнәктә элемент бик аз гына микъдарда булса да, аны берни алыштыра алмый һәм яшәү өчен бу элементларның барысы да бик кирәкле. Мәсәлән, күзәнәктә йодның микъдары 0,01 % тан артмый. Ә инде туфракта (димәк, азык продуктларында) йод аз булган урыннарда яшәүче балаларның үсешендә тоткарлык күзәтелә. Хайваннарның күзәнәкләре составында бакырның микъдары 0,0002 % тан артмый. Ә туфракта (димәк, үсемлекләрдә) бакыр җитешмәгәндә, терлекләр арасында авыру тарала.

Күзәнәкләр өчен төп элементларның әһәмияте шушы параграф ахырында бирелә.

Неорганик (минераль) кушылмалар. Тере күзәнәкләр составына терек булмаган табигатьтә — минералларда, табигый суларда очрый торган чагыштырмача гади кушылмалар да керә. Болар — неорганик кушылмалар.



1 нче рәсем. Суда водородлы бәйләнешләр хасил булу

Су — Җирдә иң күп таралган матдәләрнең берсе. Ул Җир өслегенең күп өлешен каплап алган. Тереклек ияләре барысы да диярлек башлыча судан тора. Кешенең төрле органнарында һәм тукымаларында 20 % тан алып (сөяктә) 85 % ка кадәр (баш миендә) су бар. Кеше массасының якынча $^2/_3$ сен, медузаның 95 % ка якынын су тәшкил итә, хәтта кипкән орлыкның да 10 — 12 % ы — су.

Су кайбер уникаль үзлекләргә ия. Тере организмнар өчен бу үзлекләрнең әһәмияте шундый зур: водород белән кислородтан торган бу кушылмадан башка яшәүне күз алдына да китереп булмый.

Суның мондый уникаль үзлеге аның молекулалары структурасы белән билгеләнә. Су молекуласында кислородның бер атомы водородның ике атомы белән ковалент бәйләнеш хасил итә (1 нче рәсем). Су молекуласы поляр (диполь). Кислородның электртискәрелеге водороднықына караганда югарырак булганлыктан, уңай корылмалар водород атомы янына туплана.

Суның бер молекуласының тискәре корылган кислород атомы икенче молекуланың уңай корылмалы водород атомына тартыла һәм *водородлы бәйләнеш* хасил итә (1 нче рәсем).

Водородлы бәйләнеш ковалент бәйләнешкә караганда 15—20 тапкыр көчсезрәк. Шунлыктан водородлы бәйләнеш җиңел өзелә; бу, мәсәлән, су парга әйләнгәндә күзәтелә. Судагы молекулаларның җылылык хәрәкәте нәтиҗәсендә кайбер водородлы бәйләнешләр өзелә, кайберләре барлыкка килә.

Шулай итеп, сыек халәттә су молекулалары хәрәкәтчән була, һәм моның матдәләр алмашында әһәмияте зур. Су молекулалары күзәнәк мембраналары аша җиңел үтә.

Молекулалары югары полярлыкка ия булу сәбәпле, су — башка поляр кушылмалар өчен яхшы эреткеч. Башка бер генә сыеклыкта да суда эрегән кадәр матдә эреми. Шуңа күрә дә күзәнәкнең сулы тирәлегендә бик күп химик реакцияләр уза. Су матдәләр алмашы продуктларын эретә һәм аларны күзәнәктән, гомумән, организмнан чыгарырлык хәлгә китерә.

Суның җылысыйдырышлыгы югары, бу аның җылылыкны йотарга, ләкин шул ук вакытта үз температурасын бик аз үзгәртергә сәләтле булуы белән аңлатыла. Бу исә күзәнәкне температураның кискен үзгәрешләреннән саклый. Су парга әйләнгәндә, күп җылылык сарыф ителә, димәк, организм, суны парга әйләндереп, үзен артык җылынудан саклап кала (мәсәлән, тир бүленеп чыкканда).

Суның җылыүткәрүчәнлеге югары. Аның бу үзлеге тәндә җылылыкның тигез таралуын тәэмин итә.

Ышкылучан өслекләре булган һәр органда (мәсәлән, буыннарда) су «майлагыч» матдәләр өчен эреткеч булып хезмәт итә.

4°С та су иң югары тыгызлыкка ия. Бозның тыгызлыгы түбәнрәк булганлыктан, ул судан җиңелрәк һәм өстә йөзеп йөри, сулыкны төпкә кадәр катудан саклый.

Суга мөнәсәбәтенә карап, күзәнәктәге барлык матдәләр ике төркемгә бүленә: гидрофиль — «суны яратучы» һәм гидрофоб — «судан куркучы» матдәләргә (грекча «гидро» — су, «филео» — яратырга һәм «фобос» — курку). Суда яхшы эри торганнары — гидрофиль матдәләр. Болар — тозлар, шикәр, аминокислоталар. Суда бөтенләй эреми торганнары — гидрофоб матдәләр. Аларга майлар керә.

Күзәнәкнең аны тышкы тирәлектән аерып торучы өслеге һәм кайбер башка структуралары су үткәрмәүчән (гидрофоб) кушылмалардан тора. Алар күзәнәкнең структур бөтенлеген саклыйлар. Күзәнәкне сулы савыт белән чагыштырып, анда тереклекне тәэмин итүче биохимик реакцияләр бара дип күз алдына китерергә мөмкин. Бу савытның стеналары суда эреми. Әмма алар суда эрүчән кушылмаларны сайлап кына уздырырга сәләтле.

Күзәнәктә, судан тыш, ионлы кушылмалар булган *тозлар* да неорганик матдәләргә керә. Алар калий, натрий, магний һәм башка металлар катионнарыннан һәм хлорид, карбонат, сульфат, фосфат кислоталарының анионнарыннан барлыкка килгән. Мондый тозлар диссоциацияләшкәндә, эремәдә катионнар (K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} һ.б.) һәм анионнар (Cl^-, HCO_3^-, HSO_4^- һ.б.) барлыкка килә. Күзәнәкнең тышкы һәм эчке өслекләрендә ионнар концентрациясе бертөрле булмый. Андагы калий һәм натрий ионнарының саны төрлечә булуы мембранада корылмалар аермасын китереп чыгара. Күзәнәк мембранасының тышкы өслегендә натрий ионнары концентрациясе бик югары, эчке өслегендә калий ионнары концентрациясе бик югары, ә натрий ионнарының — түбән. Шул сәбәпле күзәнәк мембранасының тышкы өслеге белән эчке өслеге арасында потенциаллар аермасы барлыкка килә, бу исә нерв яки мускул буйлап ярсыну үтүне тудыра.

Кальций һәм магний ионнары — күп ферментларның тәэсирен тизләтүчеләр, һәм, алар җитешмәгәндә, күзәнәктә мөһим тереклек эшчәнлеге процесслары бозыла. Тере организмнарда неорганик кислоталар һәм аларның тозлары күп кенә әһәмиятле функцияләрне башкаралар. Мәсәлән, хлорид кислотасы кеше яки хайваннарның ашказанында, бөҗәкләр белән туклануучы үсемлекләрнең махсус органнарында эче тирәлек булдыра һәм азык белән кергән аксымның эшкәртелүен тизләтә. Фосфат кислотасы (H_3PO_4) калдыклары, күзәнәкнең кайбер ферментлары составындагы һәм башка аксымнарына кушылып, аларның физиологик активлыкларын үзгәртә. Сульфат кислотасы калдыклары исә, суда эреми торган чит матдәләргә кушылып, аларны эри торган итә һәм, шул рәвешле, аларны күзәнәктән һәм организмнан чыгарырга булыша. Нитрит һәм фосфат кислоталарының натрийлы һәм калийлы тозлары, шулай ук сульфат кислотасының кальцийлы тозы үсемлекләрнең минераль туклануының әһәмиятле состав өлешләре булып хезмәт итә. Аларны туфракка үсемлекләрне өстәмә тукландыру

өчен кертәләр. Химик элементларның күзәнәк өчен әһәмияте таблицада тулырак бирелгән.

Күзәнәктәге биологик яктан әһәмиятле химик элементлар

Элемент һәм аның билгесе		Күзәнәк һәм организм өчен әһәмияте
Водород	H	Су һәм барлык биологик кушылмалар составына керә
Бор	B	Үсемлекләрнең күзәнәк стенкасы составына керә
Углерод	C	Барлык органик кушылмалар составына керә
Азот	N	Аксым һәм нуклеин кислоталарының структур компоненты
Кислород	O	Су һәм барлык биологик актив кушылмалар составына керә
Фтор	F	Тешләрнең эмале составына керә
Натрий	Na	Күзәнәк тышындагы төп уңай ион
Магний	Mg	Күп кенә ферментларның эшен активлаштыра; хлорофиллның структур компоненты
Фосфор	P	Сөяк тукымасы, нуклеин кислоталары составына керә
Күкерт	S	Аксымнар составына керә
Хлор	Cl	Хайваннар организмындагы иң күп тискәре ион
Калий	K	Күзәнәк эчендәге иң күп уңай ион
Кальций	Ca	Сөяк һәм тешләрнең төп компоненты; мускул җепселләренең кыскаруын һәм күп кенә ферментларның эшен активлаштыра
Марганец	Mn	Организмга бик аз кирәк
Тимер	Fe	Күп кенә органик матдәләр, шул исәптән гемоглобин составына керә
Кобальт	Co	Витаминнарның берсенең составына керә
Бакыр	Cu	Организмга бик аз кирәк (кайбер ферментлар составында барлыгы беленде)
Цинк	Zn	Организмга бик аз кирәк (кайбер ферментларда һәм инсулинда барлыгы беленде)
Йод	I	Калкансыман биз гормоны составына керә

1. Суның күзәнәктәге биологик роле нидән гыйбарәт?
2. Күзәнәктә нинди ионнар бар? Аларның биологик роле нәрсәдә?
3. Күзәнәктәге катионнарның роле нинди?

§ 2. *Биополимерлар. Углеводлар, липидлар*

Күзәнәктә күпләгән органик кушылмалар: углеводлар, аксымнар, липидлар, нуклеин кислоталары һәм терек булмаган табигатьтә очрамый торган башка кушылмалар була. Органик матдәләр дип составына *углерод* атомнары кергән химик кушылмаларга әйтәләр.

Углерод атомнары, бер-берсе белән тотрыклы ковалент бәйләнешкә кереп, чылбыр яки боҗралы күптөрле молекулалар барлыкка китерергә сәләтле.

Углеродлы кушылмаларның иң гадиләре — *углеводородлар;* алар углерод һәм водородтан гына тора. Әмма күпчелек органик, ягъни углеродлы кушылмаларда кислород, азот, фосфор, күкерт һәм башка элементлар да була.

Биологик полимерлар (биополимерлар). Биологик полимерлар — тере организм күзәнәкләре һәм аларның тереклек эшчәнлеге продуктлары составында була торган органик кушылмалар.

Полимер (грекча «поли» — күп) — һәр аерым буыны нинди дә булса чагыштырмача гади матдәдән — *мономердан* торган күпбуынлы чылбыр. Мономерлар, үзара тоташып, меңләгән мономердан төзелгән чылбырлар хасил итәләр. Әгәр мономерның тибын билгеле бер хәреф, әйтик, А хәрефе белән күрсәтсәк, полимерны мономер буыннарының озын чылбыры итеп сурәтләргә мөмкин булыр иде: А—А—А—А—...—А. Бу — сезгә билгеле органик матдәләр: крахмал, гликоген, целлюлоза һ.б. Аксым, нуклеин кислоталары, полисахаридлар — барысы да биополимерлар.

Биополимерларның үзлекләре аларның молекулалары төзелешенә: полимерны барлыкка китерүче мономер буыннарының санына һәм төрлелегенә бәйле.

Әгәр ике тип мономерны — А һәм Б типларын тоташтырсаң, күптөрле полимерларның зур җыелмасын табарга була. Мондый полимерларның төзелеше һәм үзлекләре чылбырдагы мономерларның санына, нисбәтенә һәм нинди тәртип белән чиратлашып урнашуына бәйле булачак. Әгәр мономерлар группасы молекулада периодик рәвештә кабатланып килсә, мондый чылбыр *эзлекле* (*регуляр*) полимер дип атала. Мономерлары билгеле бер закончалык белән чиратлашып урнашкан полимерны схемада болай күрсәтә алабыз:

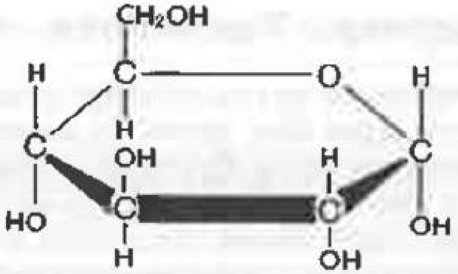
...А Б А Б А Б А Б...
...А А Б Б А А Б Б...
...А Б Б А Б Б А Б Б А Б Б...

Әмма мономерлары билгеле бер закончалык белән урнашмаган полимерлар күбрәк. Мондый полимерлар *эзлексез* (*регуляр булмаган*) полимерлар дип атала. Аларны схемада болай күрсәтергә мөмкин:

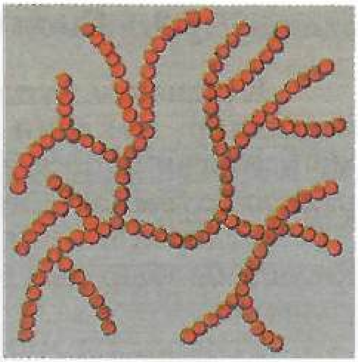
...ААБАБББАААББАБББББААБ...

Әйтик, бер мономер полимерның нинди дә булса бер үзлеген билгеләсен, ди. Мәсәлән, А мономеры — ныклыкны, Б мономеры — электрүткәрүчәнлекне. Бу ике мономерның урнашу эзлеклелеген һәм

$C_6H_{12}O_6$



2 нче рәсем. Глюкоза молекуласының төзелеше



3 нче рәсем. Крахмал полимер молекуласының тармакланган өлеше, аның һәр буыны — глюкоза

нисбәтен үзгәртеп, төрле үзлекле күп санлы полимер материаллар табарга мөмкин. Әгәр мономерларның, ике тибын (А һәм Б) гына алмыйча, берничә тибын тоташтырсаң, күбрәк төрдәге полимер чылбырлар табылыр иде.

Димәк, мондый озын чылбырда берничә тип мономерның бергә туры килүе һәм урнашу эзлеклелегенең үзгәрүе күп вариантлы полимерлар төзелүне тәэмин итә һәм барлык организмнар составына керүче биополимерларның төрле үзлекләрен билгеле икән. Планетабыздагы тереклекнең күптөрлелеге шушы принцип белән аңлатыла.

Углеводлар һәм аларның төзелеше. Барлык тере организмнар күзәнәкләре составында углеводлар киң таралган. *Углеводлар* дип углерод, водород һәм кислородтан торган органик кушылмаларны атыйлар. Углеводларның күпчелегендә водород һәм кислородның нисбәте судагы кебек («углеводлар» дигән исеме шуннан алынган). Андый углеводларның гомуми формуласы $C_n(H_2O)_m$. Иң таралган углеводларның берсе — *глюкоза,* аның элементлар составы $C_6H_{12}O_6$ (2 нче рәсем). Глюкоза — *гади шикәр.* Гади шикәрләрнең берничә калдыгы, үзара тоташып, катлаулы шикәрләр хасил итә. Сөт составында сөт шикәре була, ул ике гади шикәр (дисахарид) молекуласының калдыкларыннан тора. Сөт шикәре — барлык имезүчеләрнең балалары өчен төп энергия чыганагы.

Бер үк төрле шикәр молекулаларының меңләгән калдыклары, үзара тоташып, биополимерлар, ягъни *полисахаридлар* барлыкка китерәләр. Тере организмнар составында күптөрле полисахаридлар бар: үсемлекләрдә — *крахмал* (3 нче рәсем), хайваннарда — *гликоген,* ул шулай ук глюкозаның меңләгән молекулаларыннан тора, ләкин тагын да тармаклырак. Крахмал һәм гликоген организмда күзәнәкләрнең тереклеге өчен энергия чыганагы хезмәтен үти. Крахмал бәрәңгедә, бодай, арыш, кукурузда һ.б. да күп.

Углеводларның функциясе. Углеводларның иң мөһим функциясе — *энергия чыганагы* булуда. Углеводлар органик матдәләр белән тукланучы организмнар өчен төп энергия чыганагы хезмәтен үтиләр.

Кеше һәм хайваннарның ашкайнату трактында полисахарид крахмал үзенә бертөрле аксымнар (ферментлар) катнашында мономер буыннарга — глюкозага кадәр таркала. Глюкоза исә, эчәклектән канга сеңеп, күзәнәкләрдә углекислый газ һәм су хасил булганчыга кадәр оксидлаша, һәм бу химик бәйләнешләр энергиясе аерылып чыгу белән бара, глюкозаның артыгы бавыр һәм мускул күзәнәкләрендә гликоген рәвешендә туплана. Күп көч куеп физик эш эшләгәндә яки нерв киеренкелеге вакытында (яисә ачыкканда), гликоген мускулда һәм бавырда кабат глюкозага таркала. Барлыкка килгән глюкоза интенсив эшләүче мускуллар һәм нерв күзәнәкләре тарафыннан тотыла.

Шулай итеп, биополимер полисахаридлар барлык организмнар күзәнәкләре өчен кирәкле *энергияне туплаучы* матдәләр булып торалар.

Үсемлекләрдә, глюкоза полимерлашу нәтиҗәсендә, крахмалдан тыш, *целлюлоза* да хасил була. Целлюлоза үсемлек күзәнәкләренең стеналарына ныклык бирүче җепселләрне төзи. Целлюлоза, үзенә бертөрле төзелешле булу сәбәпле, суда эреми һәм нык булуы белән аерылып тора. Шуңа күрә целлюлозаны тукымалар туку өчен файдаланалар. Мамык үзе саф целлюлоза диярлек. Кеше һәм күпчелек хайваннарның эчәкләрендә целлюлоза составындагы глюкоза молекулалары арасындагы бәйләнешләрне таркатучы ферментлар булмый. Күшәүче хайваннарда исә целлюлозаны ашказанының махсус бүлегендә даими яшәүче бактерияләр бүлеп чыгарган ферментлар тарката.

Озын чылбырларда эзлекле чиратлашып урнашкан ике тип гади шикәрдән торган катлаулы полисахаридлар да билгеле. Алар тире, сеңер, кимерчәкнең күзәнәкара матдәсе составында була һәм хайваннарның терәк органнары тукымаларында структур функцияне башкара, аларга ныклык һәм сыгылмалылык бирә. Шулай итеп, углевод биополимерларның икенче мөһим функциясе — *структур* функция.

Күзәнәк мембранасы составында да шикәр полимерлары бар; алар күзәнәкләрнең үз ишләрен *таный белүләре* һәм үзара тәэсир итешүләре өчен кирәк. Әгәр бавыр һәм бөер күзәнәкләрен катыштырсаң, бериштән булган күзәнәкләрнең үзара тәэсир итешүе нәтиҗәсендә, бөер күзәнәкләре — бер төркем, бавыр күзәнәкләре икенче мөстәкыйль төркем булып аерылып китәчәк. Бер-берсен таный белү сәләтен югалту яман шеш күзәнәкләренә хас. Күзәнәкләрнең үз ишен таный белү һәм үзара тәэсир итешү механизмын ачыклау бигрәк тә яман шеш авыруларын дәвалау чараларын табуда зур әһәмияткә ия.

Липидлар. Липидлар структуралары буенча бик төрлеләр. Әмма барысының да уртак бер үзлеге бар: алар полярлашмыйлар. Шуңа күрә липидлар, поляр булмаган хлороформ, эфир кебек сыеклыкларда эресәләр дә, суда бөтенләй эремиләр. Майлар һәм майсыман матдәләр дә липидларга керә. Күзәнәктә майлар оксидлашканда, күп энергия аерылып чыга, ул төрле процесслар өчен тотыла. Майларның *энергетик* функцияләре шуннан гыйбарәт.

Майлар күзәнәкләрдә тупланырга һәм *туклыклы матдәләр запасы* булып хезмәт итәргә мөмкин. Кайбер хайваннарның (мәсәлән, китларның, ишкәгаяклыларның) тире астында калын май катламы

җыела, һәм ул тән җылысын чыгармый, шулай итеп, аларны туңудан саклый, ягъни *саклагыч* функцияне үти.

Кайбер липидлар, гормоннар буларак, организмның физиологик функцияләрен *көйләүдә* катнашалар. Составында фосфат кислотасы калдыгы булган липидлар (фосфолипидлар) күзәнәк мембранасының мөһим состав өлеше булып хезмәт итәләр, ягъни алар *структур* функцияне башкаралар.

▶ 1. Углевод молекулаларының күзәнәктә башкарган функцияләренә бәйләп, аларның төзелешенә характеристика бирегез.

● 2. Глюкоза, целлюлоза, крахмал, гликогенның — һәркайсының организмдагы функцияләрен күрсәтегез.

▶ 3. 1 нче һәм 2 нче параграфларны өйрәнгәндә алган белемнәрегездән файдаланып, сорауга җавап бирегез: терек һәм терек булмаганның бердәмлеге нидән гыйбарәт?

§ 3. Биополимерлар. Аксымнар, аларның төзелеше

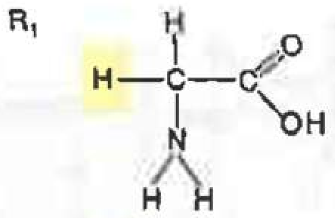
Аксымнарның составы. Аксымнар — барлык күзәнәкләрнең дә состав өлеше. Бу биополимерлар составына 20 типтагы мономер керә. *Аминокислоталар* — әнә шундый мономерлар. Аларга бу исем составында *аминогруппа* ($—NH_2$) һәм кислота *карбоксил группасы* ($—COOH$) булганга бирелгән. 20 аминокислотаның һәркайсы бу группаларның ($—\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}—COOH$) икесе дә булган бертөрле өлештән тора һәм теләсә кайсы башка кислотадан *R-группа*, яки *радикал* дип аталган үзенә бертөрле химик төркеме булу белән аерыла (4 нче рәсем).

Аксымнарның сызыкча молекулалары аминокислоталар бер-берсе белән тоташудан барлыкка килә. Бер аминокислотаның карбоксил группасы икенче аминокислотаның аминогруппасы белән якыная, һәм, су молекуласы аерылып чыкканда, кислота калдыклары арасында *пептид бәйләнеш* дип йөртелә торган ковалент бәйләнеш ясала (5 нче рәсем). Күп санлы аминокислоталардан торган кушылма *полипептид* дип атала. Һәр аксым — химик төзелеше буенча полипептид. Кайбер аксымнар берничә полипептид чылбырдан тора. Аксымнарның күпчелегенең составында уртача 300—500 аминокислота калдыгы була. 3—8 аминокислота озынлыгындагы берничә бик кыска табигый аксым һәм 1500 аминокислота озынлыгыннан да зуррак бик озын биополимерлар барлыгы билгеле.

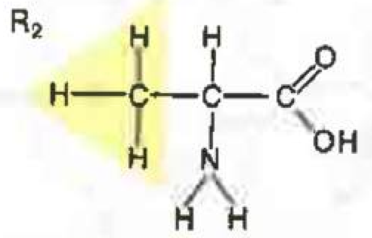
Аксымнарның төзелеше. Беренчел, икенчел, өченчел һәм дүртенчел структуралы аксымнар була (6 нчы рәсем).

---

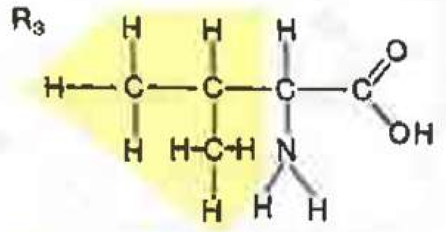
4 нче рәсем (15—17 б.). Аминокислоталарның — аксым молекулалары мономерларының төзелеше. Сары төс белән радикаллар (R) күрсәтелгән. Йолдызчык белән кеше күзәнәкләрендә синтезланмый торган, ләкин организмга азык белән кирәргә тиешле алыштыргысыз аминокислоталар күрсәтелгән. ▶



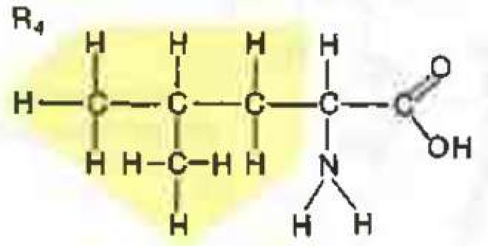
Глицин (гли)



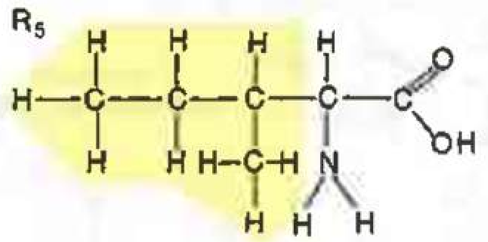
Аланин (ала)



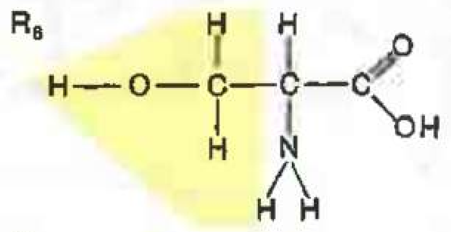
Валин (вал)*



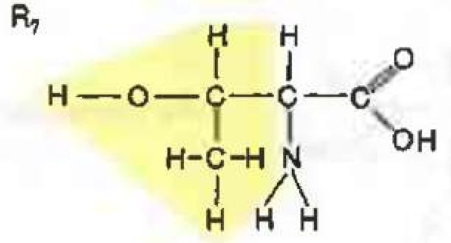
Лейцин (лей)*



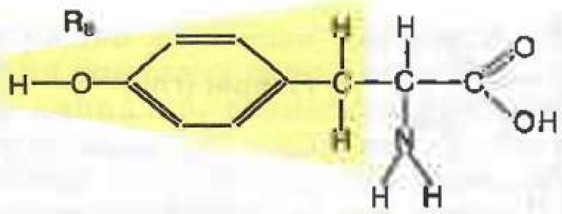
Изолейцин (илей)*



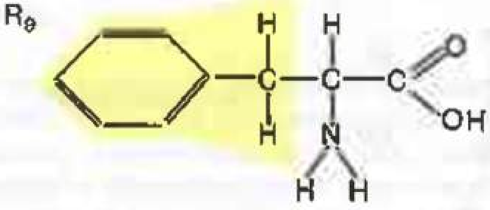
Серин (сер)



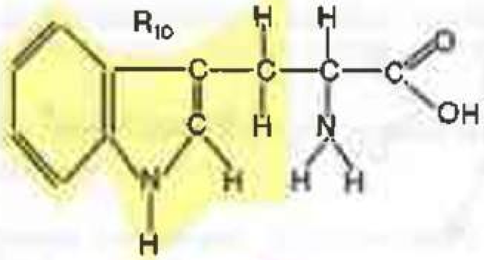
Треонин (тре)*



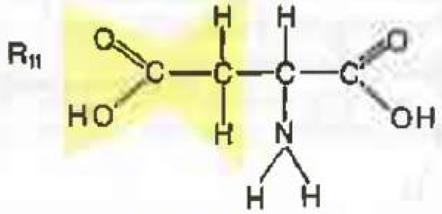
Тирозин (тир)



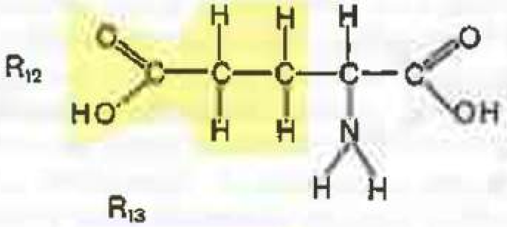
Фенилаланин (фен)*



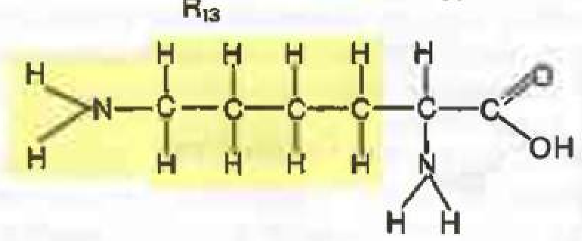
Триптофан (трп)*



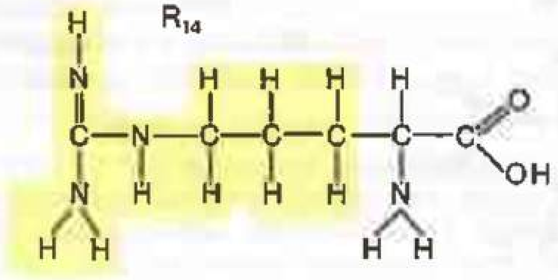
Аспарагин кислотасы (асп)



Глутамин кислотасы (глу)

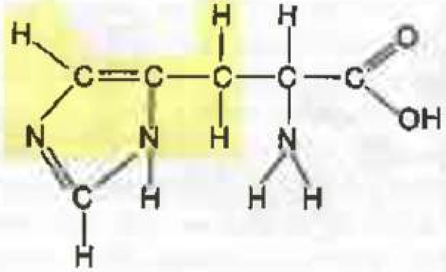


Лизин (лиз)*



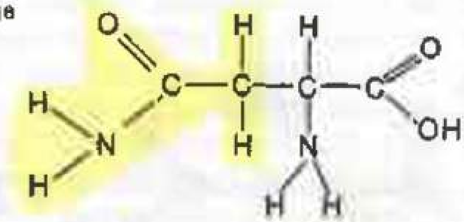
Аргинин (арг)*

R_{15}



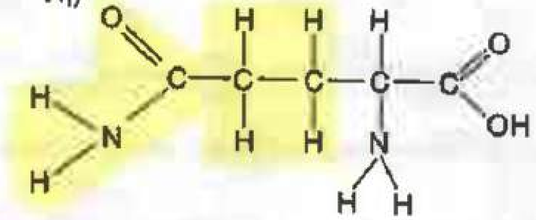
Гистидин (гис)*

R_{16}



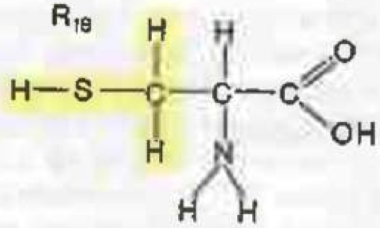
Аспарагин (асн)

R_{17}



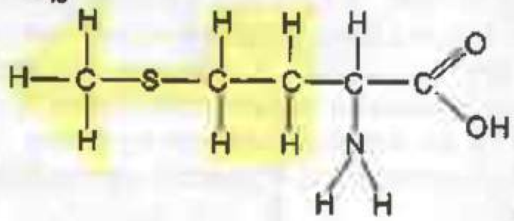
Глутамин (глн)

R_{18}



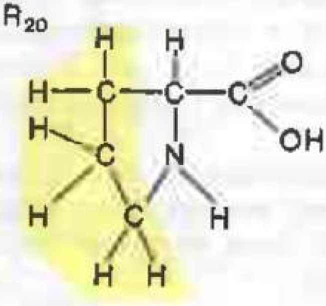
Цистеин (цис)

R_{19}

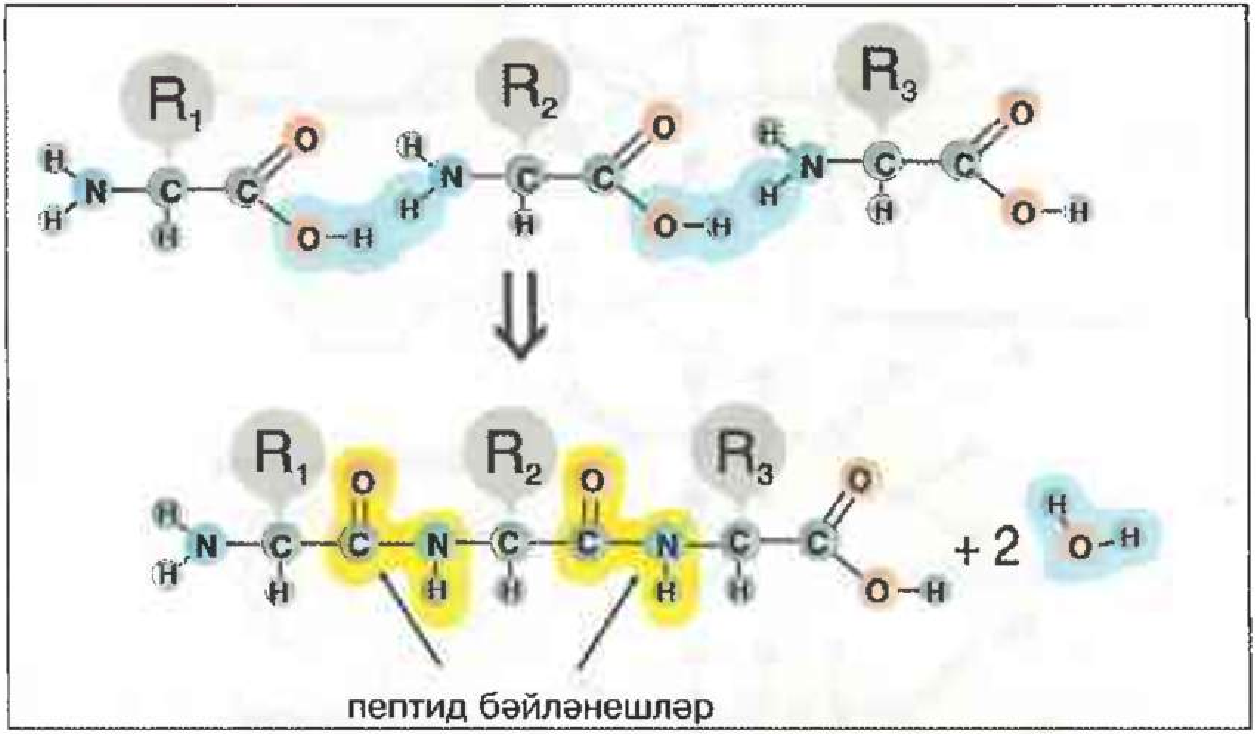


Метионин (мет)*

R_{20}



Пролин (про)



5 нче рәсем. Аминокислоталарның полипептид чылбыр ясап тоташуы

Беренчел структура (6 нчы рәсем, I) полипептид чылбырда аминокислоталарның чиратлашу тәртибе белән билгеләнә. Егерме төрле аминокислотаны химия алфавитының 20 хәрефенә тиңләп, 300—500 хәрефтән торган «сүз»не күз алдына китерергә мөмкин. 20 хәрефтән күп санлы озын сүзләр язарга була. Сүздәге бер генә хәрефнең урынын алмаштыру да аның мәгънәсен үзгәртүен исәпкә алсак, 500 хәрефтән торган сүзнең комбинацияләре саны 20^{500} сен тәшкил итә.

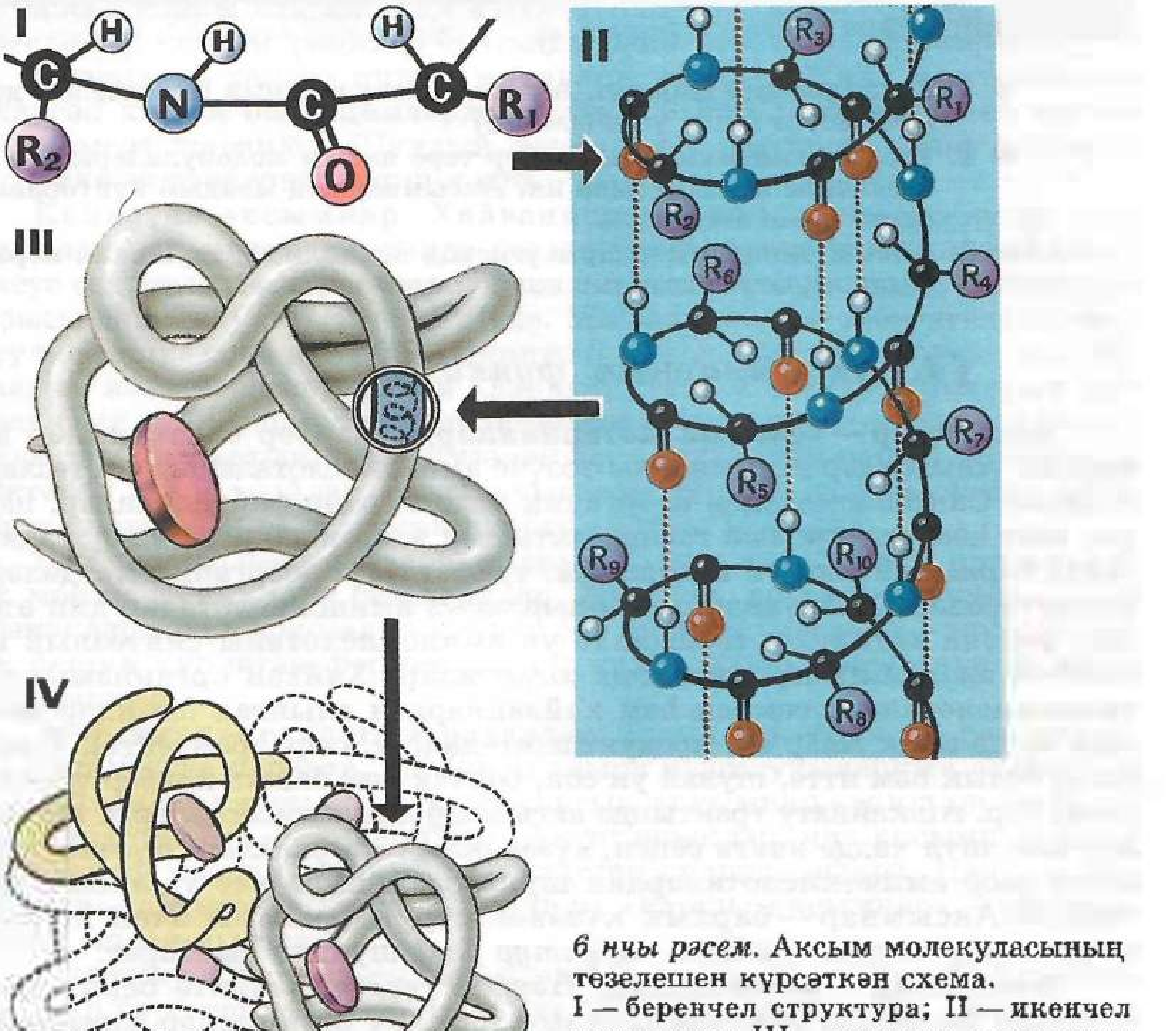
Аксым молекуласында бер генә аминокислота буынын алмаштыру да аның үзлекләре үзгәрүгә китерә. Һәрбер күзәнәктә берничә мең төр аксым молекуласы бар, һәм аларның һәркайсында аминокислоталарның билгеле бер эзлеклелеге саклана. Аларның шулай бер-берсе белән чиратлашып урнашу тәртибе аксым молекуласының физик-химик һәм биологик үзлекләрен билгели дә инде. Тикшеренүчеләр озын аксым молекулаларындагы аминокислоталарның урнашу эзлеклелеген укый һәм аларны синтезлый алалар.

Тере күзәнәктә аксымнарның күп кенә молекулалары яки аларның өземтәләре җеп кебек буйга сузылмаган, бәлки борма аралары үзара тигез ераклыкта урнашкан спираль рәвешендә. Мондый спираль аксым молекуласының *икенчел структурасы* була (6 нчы рәсем, II).

Янәшәдәге бормаларда урнашкан N—H һәм C=O группалары арасында водородлы бәйләнешләр ясала. Алар ковалент бәйләнешләрдән шактый тотрыксызрак, ләкин, күп тапкыр кабатланып, спиральнең регуляр бормаларын ныгыталар.

Спираль, гадәттә, йомгак булып йомарлана. Йомгакта аксым чылбырының бүлемтекләре закончалы тәртиптә үрелгән була. Аминокислоталарның уңай һәм тискәре корылмалы R-группалары берберсенә тартылалар һәм хәтта аксым чылбырының бер-берсеннән ерак торган бүлемтекләрен дә якынайталар. Аксым молекуласының башка бүлемтекләре дә, мәсәлән «судан куркучы» (гидрофоб) радикаллары булган бүлемтекләре дә якыная. Спиральләшкән аксым молекуласы, төрле аминокислота калдыкларының тәэсир итешүе нәтиҗәсендә, йомгакны — *өченчел структураны* барлыкка китерә (6 нчы рәсем, III). Аксымның һәр төренә йомгакның үз формасы, бөгелешләре һәм элмәкләре хас. Өченчел структура беренчел структурага, ягъни чылбырда аминокислоталарның урнашу тәртибенә бәйле.

Ниһаять, кайбер аксымнар, мәсәлән гемоглобин, беренчел структурасы төрле булган берничә чылбырдан тора. Бергә тоташып, алар өченчел структуралы гына түгел, хәтта *дүртенчел структуралы* да катлаулы аксым барлыкка китерәләр (6 нчы рәсем, IV).



6 нчы рәсем. Аксым молекуласының төзелешен күрсәткән схема.
I — беренчел структура; II — икенчел структура; III — өченчел структура; IV — дүртенчел структура

Ионлаштыручы нурланыш, югары температура, нык болгату, pH ның кыйммәте чиктән тыш артуы, шулай ук спирт яки ацетон кебек органик эреткечләр тәэсирендә аксымнар табигый халәтләрен үзгәртәләр. Аксымның табигый (натив) структурасы бозылу *денатурация* дип атала. Бу очракта күпчелек аксымнар, денатурациядән соң беренчел структурасын саклап калса да, биологик активлыкларын югалталар. Моның сәбәбе шунда: денатурация процессында икенчел, өченчел һәм дүртенчел структуралар бозыла; бу — аминокислота калдыклары арасында үзара тәэсир итешүнең көчсез булуы, ә ковалент пептид бәйләнешләрнең өзелмәве белән аңлатыла. Кайтмас денатурацияне тавык йомыркасының сыек һәм үтә күренмәле аксымын җылытканда күреп була: ул аксылланып тыгызлана. Денатурация кайтма да булырга мөмкин. Денатурлаштыручы факторны бетергәч, күп аксымнар үзләренең табигый формаларын кайтарырга, ягъни *ренатурациягә* сәләтле.

Аксымнарның, физик һәм химик факторларга җавап итеп, үзләренең пространстволы структурасын кайтма үзгәртүгә сәләтле булуы барлык тереклеккә хас мөһим үзлекнең — *тынычсызлануның* (ярсынуның) нигезендә ята.

1. 6 нчы рәсемгә карагыз. Аксым молекуласының һәр төзелеш дәрәҗәсе нәрсә белән үзенчәлекле?
2. Тере организмнарның һәрбер төре аксым молекулаларының кабатланмас җыелмасына ия. Аксымнарның мондый күптөрлелеге нәрсә белән аңлатыла?
3. Аксым биополимерлары углевод биополимерларыннан нәрсәсе белән аерыла? Аларның охшашлыгы нәрсәдә?

§4. Аксымнарның функцияләре

Аксымнар — төзелеш материаллары. Кайбер бактерияләр һәм барлык үсемлекләр аксымнарны төзүче аминокислоталарны синтезларга сәләтле. Синтез өчен алар неорганик матдәләрдән файдаланалар: һавадан азот һәм углекислый газны, яктылык энергиясе исәбенә су таркалганда барлыкка килгән водородны, туфрактагы неорганик матдәләрне үзләштерәләр. Хайваннар *алыштыргысыз* аминокислоталар дип аталган, аеруча катлаулы төзелешле ун аминокислотаны синтезлый алу сәләтен эволюция процессында югалталар. Хайван организмына бу аминокислоталар үсемлек һәм хайваннардан алынган азыклар белән әзер хәлдә керә. Алар сөт продуктларында (сөт, сыр, эремчектә), йомыркада, балык һәм иттә, шулай ук соя, борчак һәм башка кайбер үсемлекләрдә бар. Ашкайнату трактында аксымнар аминокислоталарга таркалалар һәм, шул хәлдә канга сеңеп, күзәнәкләргә таралалар. Күзәнәкләрдә әлеге әзер аминокислоталардан шул организмга хас үз аксымнары төзелә. Аксымнар — барлык күзәнәк структуралары өчен кирәкле компонент, аларның мөһим *структур роле* шуннан гыйбарәт.

Аксымнар — ферментлар. Һәрбер тере күзәнәктә өзлексез йөзләгән биохимик реакцияләр узып тора. Бу реакцияләр барышында читтән кергән туклыклы матдәләр таркала һәм оксидлаша. Туклыклы

матдәләр оксидлашудан аерылып чыккан энергияне һәм таркалу продуктларын күзәнәк үзенә кирәкле күптөрле органик кушылмаларны синтезлау өчен файдалана. Бу реакцияләр биологик катализаторлар, ягъни реакцияне тизләтүче *ферментлар* катнашында тиз уза. Меңнән артык төрле фермент билгеле.

Һәрбер фермент бер реакциядә яисә бер типтагы берничә реакциядә катнаша. Мәсәлән, ашкайнату трактында (шулай ук күзәнәк эчендә) майларны таркатучы фермент полисахаридларга (крахмал, гликогенга) яки аксымнарга тәэсир итми. Крахмал яки гликогенны таркатучы ферментның шулай ук майларга тәэсире юк. Ферментның һәр молекуласы минут эчендә берничә меңнән алып берничә миллионга кадәр бертөрле операцияне тормышка ашырырга сәләтле. Бу реакцияләр барышында ферментның аксымы сарыф ителми. Ул, реакциягә керүче матдәләр белән кушылып, аларның әверелешләрен тизләтсә дә, реакциядән үзе үзгәрешсез чыга.

Ферментлар үз эшләрен, оптималь температурада (мәсәлән, кешедә һәм җылы канлы хайваннарда 37 °С та) һәм тирәлектә водород ионнары билгеле бер концентрациядә булганда гына, бик төгәл башкаралар.

Күзәнәктә теләсә нинди матдәнең таркалуы яки синтезлануы күпләгән химик операцияләрдән тора. Һәрбер операция өчен аерым бер фермент җаваплы. Шундый ферментлар группасы үзенә бертөрле биохимик конвейерны тәшкил итә.

Көйләүче аксымнар. Хайваннарның һәм үсемлекләрнең специальләшкән күзәнәкләрендә физиологик процессларны көйләүче махсус секретлар — *гормоннар* эшләнеп чыга. Гормоннарның кайберләре (барысы да түгел) аксым табигатьле. Мәсәлән, аксым табигатьле гормон инсулин (ашказаны асты бизе гормоны) күзәнәкләрнең глюкоза молекулаларын әләктереп алуын һәм аларның күзәнәк эчендә таркалуын яки туплануын активлаштыра. Әгәр организмда инсулин җитәрлек булмаса, канда глюкоза артып китә. Күзәнәкләр инсулиннан башка глюкозаны әләктереп ала алмыйлар — алар ачыгалар. Нәтиҗәдә организмда инсулин җитмәгәннән була торган диабет авыруы башлана.

Гормоннар, ферментларның активлыгын идарә итеп, организмда бик мөһим функцияне башкаралар. Мәсәлән, шул ук инсулин бавыр күзәнәкләрендә глюкозадан икенче бер органик матдәне — гликогенны һәм башка күпләгән ферментларны синтезлаучы ферментның эшен активлаштыра.

Аксымнар — саклагыч матдәләр. Канга бактерияләр һәм вируслар үтеп кергән очракта, организм авыру кузгатучыларның аксымына (чит аксымга) каршы махсус саклагыч аксымнар — *антитәнчекләр* эшләп чыгару белән җавап бирә. Антитәнчекләр, чит аксымнар белән бәйләнешкә кереп, аларның эшчәнлеген сүлпәнләндерә. Һәр төр чит аксымга — антигенга каршы организм «каршы аксымнар» — антитәнчекләр эшләп чыгара.

Антитәнчекләр гаҗәеп бер үзлеккә ия: меңләгән аксымнар арасыннан алар бер генә чит аксымны «танып ала» һәм фәкать аның белән генә реакциягә керә. Мондый авыру кузгатучыларга каршы тору механизмы *иммунитет* дип атала. Канда эрегән антитәнчекләрдән

ИЛЬЯ ИЛЬИЧ МЕЧНИКОВ (1845—1916) — Россиянең атаклы биологы, чагыштырма патологиягә, эволюцион эмбриологиягә нигез салучыларның берсе. Фагоцитоз күренешен ача. Иммунитетның күзәнәк теориясен иҗат итә. Нобель премиясе лауреаты.

тыш, махсус күзәнәкләрнең өслегендә антитәнчекләр бар. Алар шулай ук чит күзәнәкләрне «таныйлар» һәм эләктереп алалар. Бу — күзәнәк иммунитеты була. Ул күпчелек очракта яңа гына үсеш ала башлаган яман шеш күзәнәкләрен юк итә.

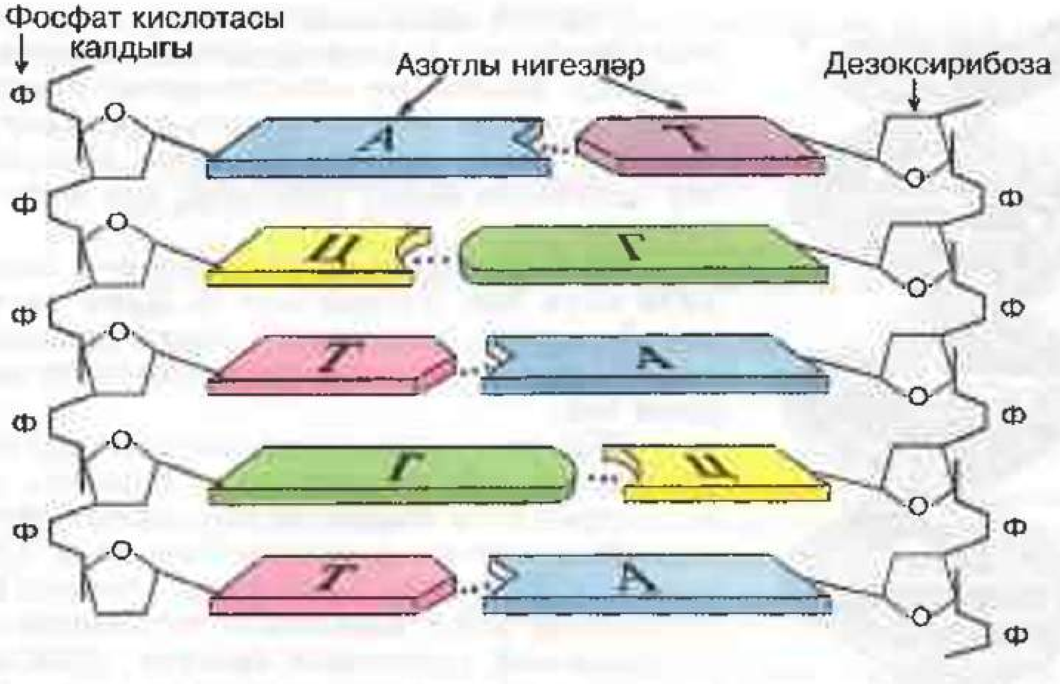
Авыруны булдырмас өчен, кешегә һәм хайваннарга көчсезләндерелгән яки үтерелгән бактерияләр яисә вируслар (вакциналар) кертәләр. Алар организмда авыру китереп чыгармый, ләкин кайбер махсус күзәнәкләрне үзләренә каршы антитәнчекләр эшләп чыгарырга мәҗбүр итә. Әгәр күпмедер вакыттан соң көчле авыру кузгатучы бактерия яки вирус шундый организмга эләксә, алар антитәнчекләрнең көчле каршылыгына очрый. Чәчәк, котыру, полиомиелит, сары бизгәк һәм башка авыруларга каршы вакцинация уздыру миллионлаган кешенең гомерен саклап калды.

Аксымнар — энергия чыганагы. Аксымнар күзәнәк өчен энергия чыганагы булып хезмәт итә ала. Углеводлар һәм майлар җитәрлек булмаганда, аминокислоталар молекулалары оксидлаша. Бу вакытта аерылып чыккан энергия организмдагы тереклек процесслары өчен тотыла.

1. Күзәнәктә башкарган функцияләренә бәйләп, аксым молекулаларының төзелешенә характеристика бирегез.
2. Ни өчен ферментлар катнашында уза торган реакцияләр pH ка һәм температурага бәйле?
3. Вакцинация уздыруның биологик әһәмиятен аңлатыгыз.

§5. Биополимерлар. Нуклеин кислоталары

Нуклеин кислоталарының типлары. Күзәнәктә ике тип нуклеин кислотасы була: *дезоксирибонуклеин кислотасы* (ДНК) һәм *рибонуклеин кислотасы* (РНК). Бу биополимерлар *нуклеотидлар* дип йөртелә торган мономерлардан тора. ДНК һәм РНКның мономер-нуклеотидлары, гомумән алганда, охшаш. Һәр нуклеотид тотрыклы химик бәйләнешләр белән тоташкан өч компоненттан тора.



7 нче рәсем. ДНК төзелешенең схемасы. Күп нокталар водородлы бәйләнешләрне аңлата

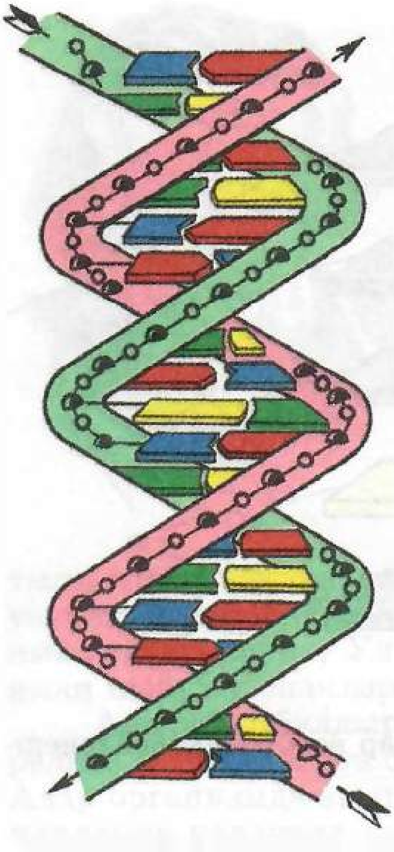
РНК составындагы һәр нуклеотидта биш углеродлы шикәр — *рибоза; азотлы нигезләр* дип йөртелүче дүрт органик кушылманың — аденин, гуанин, цитозин, урацилның **(А, Г, Ц, У)** кайсысы булса да берсе; *фосфат кислотасы* калдыгы була.

ДНК составындагы нуклеотидларда биш углеродлы шикәр — *дезоксирибоза*; дүрт *азотлы нигезнең* — аденин, гуанин, цитозин, тиминның **(А, Г, Ц, Т)** кайсысы булса да берсе; *фосфат кислотасы* калдыгы була.

Нуклеотидлар составында рибоза (яки дезоксирибоза) молекуласына бер яктан азотлы нигез, икенче яктан фосфат кислотасы тоташкан. Нуклеотидлар, үзара тоташып, озын чылбыр хасил итәләр. Андый чылбырның үзәген эзлекле чиратлашып килгән шикәр һәм фосфат кислотасы калдыклары тәшкил итә, ә ян группалары эзлексез чиратлашкан дүрт тип азотлы нигезләрдән тора.

ДНК молекуласы бөтен озынлыгы буенча үзара водородлы бәйләнешләр белән тоташкан ике җептән гыйбарәт (7 нче рәсем). ДНК молекулаларына гына хас мондый структураны *икеле спираль* дип атыйлар. ДНК структурасының үзенчәлеге шунда: һәрвакыт бер җепнең азотлы нигезе **А** га каршы — икенче җепнең азотлы нигезе **Т**, азотлы нигез **Г** га каршы азотлы нигез **Ц** ята. Моны схемада болай күрсәтергә мөмкин:

А (аденин) — **Т** (тимин)
Т (тимин) — **А** (аденин)
Г (гуанин) — **Ц** (цитозин)
Ц (цитозин) — **Г** (гуанин)



Дезоксирибоза калдыгы
о Фосфат кислотасы калдыгы

8 нче рәсем. Ике спиральле ДНК молекуласының өземтәсе

Мондый парлы нигезләрне *комплементар* (бер-берсен тулыландыручы) нигезләр дип атыйлар. Нигезләре комплементар урнашкан ДНК җепләре *комплементар җепләр* дип йөртелә. 8 нче рәсемдә ДНКның комплементар өземтәләр белән тоташкан ике җебе күрсәтелгән.

ДНК молекуласы төзелешенең моделен 1953 елда Дж. Уотсон һәм Ф. Крик тәкъдим итә. Бу модель тулысынча раслана һәм молекуляр биология, генетика үсешендә гаять мөһим урын ала.

ДНК молекулаларында нуклеотидларның урнашу тәртибе аксымнарның сызыкча молекулаларындагы аминокислоталарның урнашу тәртибен, ягъни аларның беренчел структурасын билгели. Аксымнар (ферментлар, гормоннар һ. б.) җыелмасы күзәнәкнең һәм организмның үзлекләрен билгели. ДНК молекулалары бу үзлекләр турындагы мәгълүматларны саклый һәм аларны буыннан-буынга күчерә. Башкача итеп әйткәндә, ДНК ул — *нәселдәнлек информациясен йөртүче.* ДНК молекулалары, нигездә, күзәнәк төшендә була. Ләкин аз гына микъдарда митохондрияләрдә һәм хлоропластларда да бар.

РНКның төп төрләре. ДНК молекулаларында бикләнгән нәселдәнлек информациясе аксым молекулалары аша ачыла. Аксымның төзелеше турындагы информацияне исә цитоплазмага РНКның махсус молекулалары — *информацион* РНК (иРНК) молекулалары тапшыра. Информацион РНК цитоплазмага күчкәннән соң, анда махсус органоидлар — рибосомалар ярдәмендә аксым синтезы башлана. Аксым молекулаларында аминокислоталарның урнашу тәртибен нәкъ менә ДНК җепләренең берсенә комплементар төзелгән информацион РНК билгели.

Аксым синтезында РНКның икенче төре — *транспортлаучы* РНК (тРНК) да катнаша, ул аксым молекулалары ясалу урыны булган махсус «фабрикаларга» — рибосомаларга — аминокислоталарны китерә.

Рибосомалар составына өченче төр РНК — *рибосома* РНКсы (рРНК) керә, ул рибосоманың структурасын һәм аның функциясен билгели.

РНКның һәр молекуласы ДНК молекуласыннан бер генә җепле булуы белән аерылып тора; дезоксирибоза урынында рибоза һәм тимин урынында урацил була.

Шулай итеп, нуклеин кислоталары күзәнәктә бик мөһим биологик функцияләрне башкаралар. ДНКда күзәнәкнең һәм бербөтен организмның барлык үзлекләре турында нәселдәнлек информациясе саклана.

РНКның төрләре исә әлеге нәселдәнлек информациясен аксым синтезы аша тормышка ашыруда катнашалар.

- 1. 7 нче рәсемнән карап, ДНК молекуласының төзелешендәге үзенчәлекләр турында әйтеп бирегез. Нуклеотидлар составына нинди компонентлар керә?
- ▶ 2. Ни өчен организмның төрле күзәнәкләрендә ДНКның даимилеге ДНКның генетик материал булуын раслаучы дәлил булып исәпләнә?
- 3. Таблицадан файдаланып, ДНК һәм РНКга чагыштырма характеристика бирегез.

Нуклеин кислоталары	Нуклеотидның төзелеше	Күзәнәктәге функциясе	Биополимер молекуласының төзелешендәге үзенчәлекләр
ДНК	1. Фосфат кислотасы калдыгы 2. Дезоксирибоза 3. Азотлы нигезләр (аденин, яки гуанин, яки цитозин, яки тимин)	Нәселдәнлек информациясен саклаучы	Икеле спираль
РНК	1. Фосфат кислотасы калдыгы 2. Рибоза 3. Азотлы нигезләр (аденин, яки гуанин, яки цитозин, яки урацил)	Информацион һәм транспортлаучы РНК аксым синтезында катнашалар	Берәрле җеп

- ▶ 4. ДНКның бер җебенең өземтәсе составы түбәндәгечә: —А—А—А—Т—Т—Ц—Ц—Г—Г—. Икенче җебен төзеп бетерегез.
- ▶ 5. ДНК молекуласында азотлы нигезләрнең гомуми санының 20 % ын тимин алып тора. Азотлы нигезләрнең — аденин һәм цитозинның — санын билгеләгез.
- ▶ 6. Аксымнар белән нуклеотидларның охшашлыгы һәм аерымлыгы нәрсәдә?

§6. Күзәнәктә АТФ һәм башка органик кушылмалар

Күзәнәктә, аксымнар, майлар, полисахаридлар һәм нуклеин кислоталарыннан тыш, меңнәрләгән башка органик кушылмалар була. Аларны шартлыча биосинтез һәм таркалу процессларының соңгы һәм арадаш продуктларына бүләргә мөмкин.

Биосинтезның соңгы продуктлары дип организмда мөстәкыйль роль уйнаучы яки биополимерлар синтезы өчен мономерлар булып торучы органик кушылмаларга әйтәләр. Болар — аминокислоталар, алардан күзәнәктә аксым синтезлана; нуклеотидлар, алардан нуклеин кислоталары (РНК һәм ДНК) синтезлана; глюкоза исә гликоген, крахмал, целлюлоза синтезы өчен мономер булып хезмәт итә.

Соңгы продуктлар синтезлану күпләгән *арадаш кушылмалар* аша уза. Күп матдәләр күзәнәктә ферментатив эшкәртелүгә һәм таркалуга дучар була.

Кайбер соңгы органик кушылмаларны тикшереп узыйк.

Аденозинфосфат кислоталары. Күзәнәк биоэнергетикасында тагын ике фосфат кислотасы калдыгы тоташкан аденил нуклеотиды аеруча әһәмиятле. Бу матдә аденозинтрифосфат кислотасы (АТФ) дип атала. АТФ молекуласының фосфат кислотасы калдыклары арасындагы химик бәйләнешләрдә энергия (E) тупланган була, һәм ул фосфат бүленеп киткәндә аерылып чыга:

$$\text{АТФ} \rightarrow \text{АДФ} + \text{Ф} + E$$

Бу реакциядә *аденозиндифосфат кислотасы* (АДФ) һәм фосфат кислотасы (фосфат, Ф) барлыкка килә.

АТФ энергиясен барлык күзәнәкләр дә биосинтез процесслары, хәрәкәт, җылы ясалу, нерв импульслары, яктыру (мәсәлән, люминесцент бактерияләрдә), ягъни һәр төр тереклек процесслары өчен файдалана.

АТФ — үзендә Кояшның яктылык энергиясен һәм азык белән кергән энергияне туплаган универсаль биологик аккумулятор.

Көйләүче һәм хәбәр бирүче матдәләр. Биосинтезның соңгы продуктлары — физиологик процессларны һәм организмның үсешен көйләүдә мөһим эш башкаручы матдәләр. Болар — кеше һәм хайваннар организмында ясала торган күп кенә гормоннар. 4 нче параграфта язылган аксым табигатьле гормоннар белән беррәттән, аларның аксым табигатьле булмаганнары да билгеле. Гормоннарның кайберләре организмда натрий ионнары һәм су микъдарын көйли, икенчеләре җенси җитлегүне тәэмин итә һәм үрчүдә төп рольне уйный. Борчылу яки стресс гормоннары (мәсәлән, адреналин) киеренке шартларда канга глюкоза чыгуны көчәйтә; бу ахыр чиктә АТФ синтезы көчәюгә һәм организмда тупланган энергияне актив файдалануга китерә.

Бөҗәкләр исә һавага тарала торган үзенә бертөрле матдәләр бүлеп чыгара. Алар, азык урыны, куркыныч якынлашуы турында белгертү һәм ана бөҗәкләрне ата бөҗәкләр янына (һәм киресенчә) җәлеп итү өчен, сигнал хезмәтен үти.

Үсемлекләрдә үзләренә хас гормоннар ясала. Аларның кайберләре үсемлекләрнең өлгерүен тизләтә, уңышын арттыра.

Үсемлекләрдә төрле-төрле йөзләгән очучан һәм очмаучан кушылмалар ясала, алар үсемлекне серкәләндерүче бөҗәкләрне җәлеп итә; үсемлекләр белән тукланучы корткыч бөҗәкләрне куркыта һәм агулый;

кайчак үзе белән янәшә үсеп утыручы һәм туфрактагы минераль матдәләр өчен ярышучы башка төр үсемлекләрне корыта.

Витаминнар. Биосинтезның соңгы продуктлары рәтенә шулай ук *витаминнар* да керә. Алар — тереклек өчен гаять кирәкле кушылмалар, ләкин үзләре билгеле бер организмда синтезлана алмый, бәлки азык белән әзер хәлдә керергә тиеш. Мәсәлән, C витамины (аскорбин кислотасы) күпчелек хайваннарның күзәнәкләрендә, шулай ук үсемлекләрдә һәм микроорганизмнарда синтезлана. Кеше, кешесыман маймыллар, ак күсе, ярканатларның кайбер төрләренең күзәнәкләре аскорбин кислотасын синтезлау сәләтен югалтканнар. Шуңа күрә ул кеше һәм санап үтелгән хайваннар өчен генә витамин булып тора. PP витамины (никотин кислотасы) хайваннарда синтезланмый, әмма аны барлык үсемлекләр һәм күп кенә бактерияләр синтезлый.

Безгә билгеле витаминнарның күпчелеге, күзәнәктәге ферментларның төп состав өлеше буларак, биохимик реакцияләрдә катнашалар.

Кешенең һәрбер витаминга карата тәүлеклек ихтыяҗы берничә микрограммны[1] тәшкил итә. C витамины гына тәүлеккә 100 мг чамасы кирәк.

Кеше һәм хайван организмында витаминнар җитешмәү ферментларның эше бозылуга һәм *авитаминоз* авыруына китерә. Мәсәлән, C витамины җитешмәгәндә куркыныч авыру — цинга, D витамины җитешмәүдән балаларда рахит башлана.

- 1. Күзәнәктә АТФның әһәмияте нәрсәдә?
- 2. Күзәнәктә биосинтезның соңгы продуктлары нәрсәләр? Аларның биологик әһәмияте нидән гыйбарәт?
- 3. Витаминнар организмда нинди биологик роль башкаралар?
- ○ Кеше анатомиясе, физиологиясе һәм гигиенасы курсыннан күзәнәкнең төзелешен искә төшерегез.

II бүлек. КҮЗӘНӘКНЕҢ СТРУКТУРАСЫ ҺӘМ ФУНКЦИЯЛӘРЕ

Күзәнәк — тере системаның элементар берәмлеге. Элементар берәмлек дип ул шуның өчен аталырга мөмкин: табигатьтә тереклеккә хас барлык билгеләрне (үзлекләрне) туплаган аннан да кечкенәрәк система юк. Бер күзәнәкле (мәсәлән, бактерияләр, иң түбән төзелешлеләр, кайбер суүсемнәр) һәм күп күзәнәкле организмнар була.

Күзәнәк тере системаның барлык үзлекләренә ия: ул матдәләр һәм энергия алмашын башкара, үсә, үрчи, үзенең билгеләрен нәселенә күчерә, тышкы тынычсызлагычларга җавап бирә һәм хәрәкәтләнә. Күзәнәк, бу үзлекләргә ия булган хәлдә, төзелешнең иң түбәнге баскычында тора.

[1] 1 мкг (микрограмм) = 10^{-6} г (грамм).

Күзәнәктә үзенчәлекле функцияләр аның *органоидлары*, аның билгеле бер формадагы эчке структуралары, мәсәлән, күзәнәк төше, митохондрияләр һ.б. арасында бүленгән. Күп күзәнәкле организмнарда төрле күзәнәкләр (мәсәлән, хайваннарда нерв, мускул, кан күзәнәкләре яки үсемлекләрдә сабак, яфрак, тамыр күзәнәкләре) төрле функцияләрне башкаралар һәм шуңа күрә структуралары белән бер-берсеннән аерылып торалар. Формалары белән күптөрле булуга карамастан, төп структур үзенчәлекләре ягыннан төрле тип күзәнәкләр арасында гаҗәеп охшашлык бар.

§ 7. Күзәнәк теориясе

Күзәнәкне өйрәнә башлау чоры. Микроскопны уйлап табу һәм аны биологик күзәтүләр өчен файдалану әлегә кадәр билгеле булмаган дөньяны ачарга мөмкинлек бирде.

Күзәнәкне өйрәнә башлау чоры итеп 1665 елны исәпләргә мөмкин, инглиз галиме Роберт Гук, бик юка бөке кисемен микроскопта карап, беренче тапкыр бик вак кисәкчекләрне күрә һәм аларны *күзәнәкләр* дип атый. Микроскоплар камилләшкән саен, үсемлек һәм хайван организмнарының күзәнәкчел төзелеше турында яңа мәгълүматлар ачыла башлый.

XIX гасыр башына тере организмнарның күзәнәкчел төзелеше турындагы күзаллаулар киң катлау арасында тарала һәм яклау таба. Ләкин нәрсә ул күзәнәк, аның төзелеше нинди, организм өчен әһәмияте бармы, ул каян килеп чыккан һәм тагын башка бик күп сораулар җавапсыз кала килгән.

Күзәнәк теориясенең тууы һәм үсеше. XIX гасырның 30 нчы елларында Шотландия галиме Роберт Броун бик мөһим ачыш ясый. Микроскопта яфрак төзелешен карап, ул күзәнәк эчендә түгәрәк тыгыз ясалгы күрә һәм аны *төш* дип атый. Бу искиткеч ачыш була, чөнки ул барлык күзәнәкләрне чагыштырып карау өчен нигезгә әверелә.

1838 елда немец галиме М. Шлейден, беренче булып, барлык үсемлек күзәнәкләренең мәҗбүри төзелеш элементы төш булуы турында нәтиҗә ясый. Әлеге тикшеренү нәтиҗәләре белән танышканнан соң, Шлейденның ватандашы Т. Шванн, хайван күзәнәкләрен өйрәнү белән шөгыльләнеп, аларда да нәкъ шундый ясалгылар күреп гаҗәпкә кала. Күп санлы үсемлек һәм хайван күзәнәкләрен чагыштырып, ул мондый нәтиҗәне ясый: гаять күптөрле булуларына карамастан, барлык күзәнәкләр дә охшаш — аларның барысының да төше бар.

Аерым фактларны җыеп, Т. Шванн һәм М. Шлейден күзәнәк теориясенең төп положениесен әйтәләр: *барлык үсемлек һәм хайван организмнары охшаш төзелешле күзәнәкләрдән тора.*

Немец биологы Рудольф Вирхов 1858 елда күзәнәк теориясен бик мөһим өстәмә белән тулыландыра. Ул организмда, күзәнәкләр бүленү нәтиҗәсендә, аларның саны арта баруын, ягъни *күзәнәкнең күзәнәктән генә барлыкка килүен* дәлилли.

Күзәнәк теориясе XIX гасырның бөек ачышларыннан берсе була. Бу теория барлык тереклекнең бердәй булуы, аларның уртак чыгышы

həм эволюцион үсеше турындагы күзаллауларның нигезендә ята. Күзәнәк турындагы фәннең — цитологиянең (грекча «цитос» — күзәнәк) — уңышлары (табигать турындагы теләсә кайсы фәннеке кебек үк) тикшерену методларының үсешенә бәйле.

Яктылык микроскобы һәм күзәнәкне буяу ысуллары камилләшү белән, бер-бер артлы ачышлар ясала. Кыска гына вакыт эчендә күзәнәкнең *төше* һәм *цитоплазмасы* гына түгел, аның күплəгəн структур-функциональ өлешләре — *органоидлары* да ачыла һәм тасвирлана.

9 нчы рәсем.
Электрон микроскоп

Хәзерге вакытта күзәнәкне өйрәнүдә физик һәм химик тикшерену методларын, яңа уйлап табылган приборларны кулланалар. Болар — 1 000 000 мәртәбә зурайтып күрсәтә торган электрон микроскоплар (9 нчы рәсем), күзәнәк структураларына сайлап кына тәэсир итүче махсус буяулар һ. б. Күзәнәкнең химик составын яки аерым өлешләрен өйрәнү өчен, центрифугалау методыннан файдаланалар. Бу метод күзәнәк органоидларының тыгызлыгы төрле булуга нигезләнә. Ультрацентрифугада бик тиз әйләндергәндә, алдан вакланган күзәнәкләрнең органоидлары катлам-катлам булып урнашалар: тыгызраклары төпкә тизрәк утыра, ә тыгызлыгы кимрәк булганнары өстә кала. Катламнарны аерып алалар һәм аерым өйрәнәләр.

Күзәнәкне физик һәм химик методлар кулланып өйрәнә башлау белән, төрле организмнарның күзәнәкләре төзелешендә гаҗәеп бердәйлек барлыгы беленде, күзәнәкнең структурасы белән функциясе арасында тыгыз бәйләнеш булуы ачыкланды. Шуның нәтиҗәсендә күзәнәк теориясенең моннан йөз елдан да элегрәк әйтелгән төп фикерләре үсеш алды һәм тирәнәйтелде.

Биологиянең хәзерге үсеш этабында күзәнәк теориясенең төп положениеләре болай әйтелә:

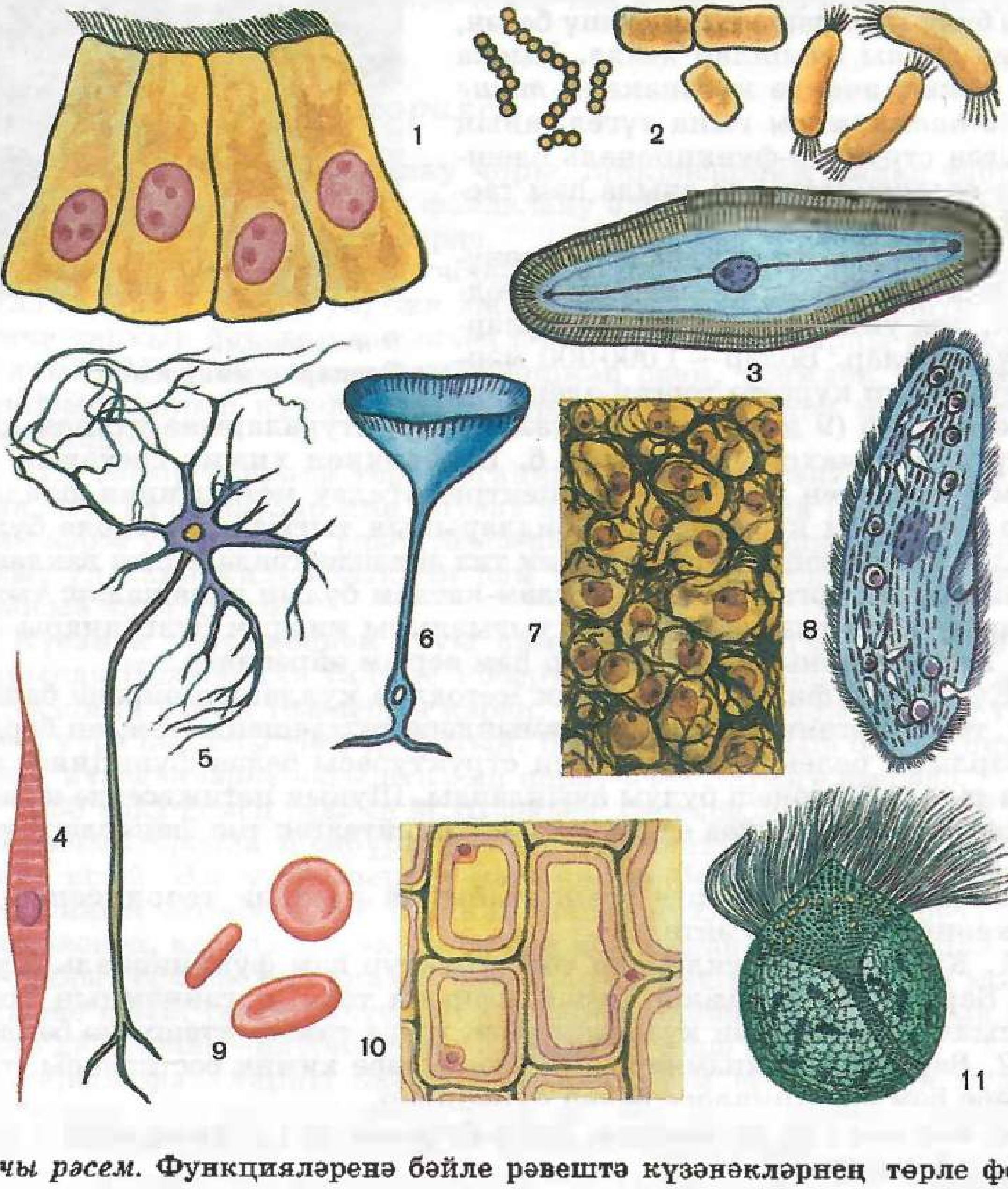
1. Күзәнәк — тереклекнең төп структур һәм функциональ берәмлеге. Барлык организмнар күзәнәкләрдән тора, организмның яшәве тулысынча аны төзегән күзәнәкләрнең үзара тәэсир итешүенә бәйле.

2. Барлык организмнарның күзәнәкләре химик составлары, төзелешләре һәм функцияләре белән охшашлар.

3. Барлык яңа күзәнәкләр элгәр (башлангыч) күзәнәкләрнең бүленүеннән барлыкка киләләр.

Күзәнәк теориясе положениеләренә кыскача тукталып узыйк. Барлык күзәнәкләр үсүгә, үрчүгә, сулауга, бүлеп чыгаруга, энергияне файдалануга һәм икенче төр энергиягә әверелдерүгә, тынычсызлауларга җавап бирергә сәләтле. Шулай итеп, күзәнәкләр тереклекне дәвам иттерү өчен кирәкле үзлекләрнең тулы җыелмасын туплаган. Аның

аерым өлешләре генә тереклек функцияләренең бөтен комплексын башкара алмый; тере организмның барлык билгеләрен күзәнәкне бербөтен итүче структуралар җыелмасы гына бирә ала. Шуңа күрә фәкать күзәнәк кенә тере организмнарның төп структур һәм функциональ берәмлеге булып тора. Күп күзәнәкле организмнарның (үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләр) аерым күзәнәкләре үзара бер-берсе белән тыгыз бәйләнештә.



10 нчы рәсем. **Функцияләренә бәйле рәвештә күзәнәкләрнең төрле формалары.**

1 — **эчәк эпителие күзәнәкләре;** *2* — **бактерияләр (кокклар, эчәк таякчыгы, башбашлары камчылы спириллалар);** *3* — **диатом суүсемнәр;** *4* — **мускул күзәнәге;** *5* — **нерв күзәнәге;** *6* — **бер күзәнәкле суүсем — ацетабулярия;** *7* — **бавыр күзәнәкләре;** *8* — **инфузория;** *9* — **кеше эритроцитлары;** *10* — **суган эпидермисы күзәнәкләре;** *11* — **камчылы**

Барлык организмнарның күзәнәкләре химик составы белән охшаш (бу турыда 1—6 нчы параграфларда тулырак язылган). Хайван, үсемлек, гөмбә күзәнәкләре, шул исәптән беркүзәнәклеләр дә охшаш төзелешле. Аларның барысының да төше һәм цитоплазмасы бар. Яктылык микроскобыннан караганда, цитоплазмада күзәнәкнең кайбер органоидлары: вакуольләр, хлоропластлар, митохондрияләр һәм төрле *тупланмалар*: кечкенә май тамчылары, крахмал бөртекләре, кайбер пигментлар күренә.

Барлык күзәнәкләрдә дә күпчелек органоидларның төзелеше шулай ук охшаш. Шул ук вакытта күзәнәкнең формасы һәм зурлыгы хәтта бер үк организмда да күзәнәкнең специальләшүенә һәм нинди функция башкаруына карап бик төрле. Алар күпкырлык рәвешендә дә, дисксыман да, шар яки куб формасында да булырга мөмкин. Мәсәлән, япма тукыма күзәнәкләре яссы һәм бер-берсенә орынып ук урнашканнар, нерв күзәнәкләре озын җеп булып сузылган һ.б. (10 нчы рәсем).

Күзәнәкләрнең уртача зурлыгы — берничәшәр дистә микрометр, аннан кечерәк яки зурраклары да бар. Мәсәлән, кешедә сферик формадагы диаметры 10 мкм[1] чамасы кечкенә лимфоид күзәнәкләр һәм бик нечкә үсентеләренең озынлыгы 1 м га җитә торган нерв күзәнәкләре була.

Тере организмнарның төп структур һәм функциональ берәмлеге булган күзәнәкнең химик составындагы һәм төзелешендәге уртаклык Җирдәге барлык тереклекнең бердәм чыгышын раслый.

▶ 1. Күзәнәк теориясе турындагы белемнәрегезгә нигезләнеп, Җирдә тереклекнең килеп чыгышындагы бердәмлекне исбатлагыз.

▶ 2. Күзәнәкнең тере организмнарда структур һәм функциональ берәмлек булуын раслагыз.

● 3. Күзәнәк теориясенең әһәмияте нидән гыйбарәт?

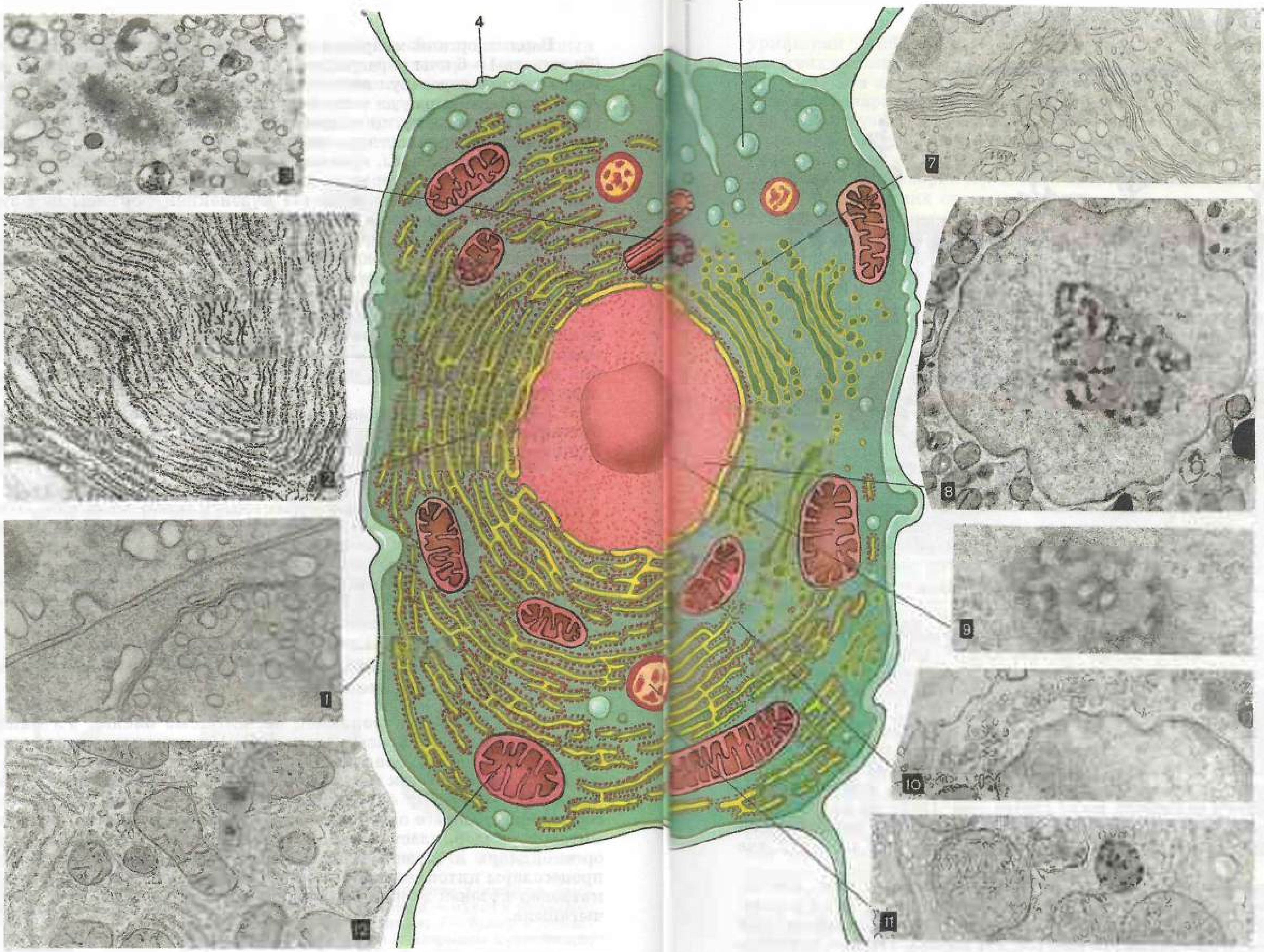
○ Кеше анатомиясе, физиологиясе һәм гигиенасы курсыннан күзәнәкнең химик составын һәм тереклек үзлекләрен искә төшерегез.

§8. Цитоплазма. Плазматик мембрана. Эндоплазматик челтәр. Гольджи комплексы һәм лизосомалар

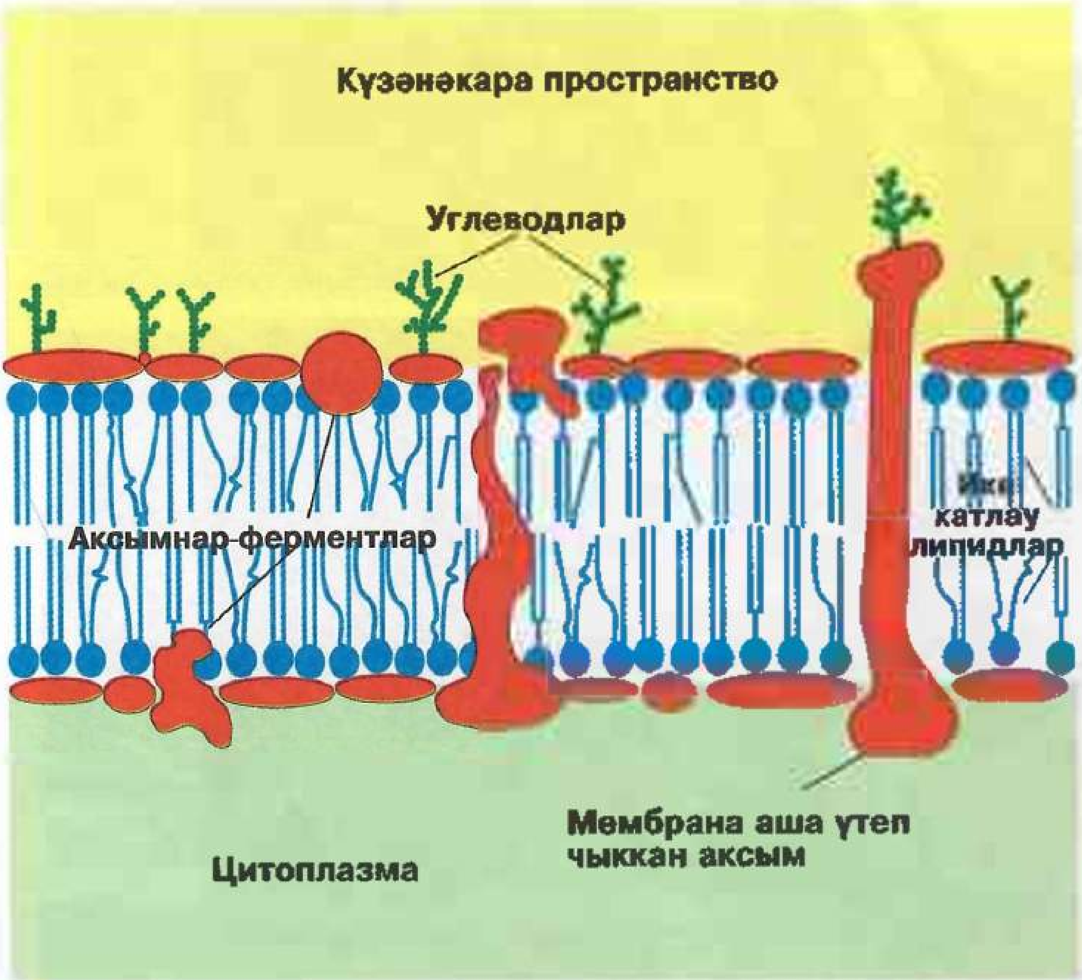
Цитоплазма — күзәнәкнең аерылгысыз өлеше. Ул плазматик мембрана белән төш арасын алып тора. Цитоплазмада төрле органоидлар урнаша. Алар арасындагы пространствога *цитозоль* — төрле тозларның һәм органик матдәләрнең судагы үзле эремәләре тулган була. Анда аксым җепләр системасы — *цитоскелет* урнаша. Цитоплазма составына түбәндәге органоидлар: эндоплазматик челтәр, рибосомалар, митохондрияләр, пластидалар, Гольджи аппараты, лизосомалар, хәрәкәт органоидлары һ.б. керә. Күзәнәкнең күпчелек химик һәм физиологик процесслары цитоплазмада уза. Яңа синтезланган аксымнар һәм башка матдәләр күзәнәк эчендә бер урыннан икенче урынга күчә яки аннан чыгарыла.

---

[1] 1 мм = 10^3 мкм (микрометр) = 10^6 нм (нанометр).



11 нче рәсем. Күзәнәкнең электрон микроскопта күренеше.
1 — плазматик мембрана; *2* — эндоплазматик челтәр; *3* — центриоль; *4* — күзәнәкара пространство; *5* — пиноцитоз каналы; *6* — пиноцитоз куыгы; *7* — Гольджи комплексы; *8* — төш; *9* — төшчек; *10* — төш мембранасы; *11* — лизосома; *12* — митохондрия



12 нче рәсем. Плазматик мембрана төзелешенең схемасы

Плазматик мембрана. Хайваннарның, үсемлекләрнең һәм гөмбәләрнең, гомумән, теләсә нинди организмның — барысының да күзәнәкләре әйләнә-тирәлектән яисә башка күзәнәкләрдән *плазматик мембрана* белән чикләнә. Бу мембрана бик юка (10 нм чамасы), шуңа күрә аны электрон микроскоптан гына күреп була (11 нче рәсем, *1*).

Тышкы плазматик мембрана күзәнәкнең тереклеге өчен кирәкле күп функцияләрне башкара: цитоплазманы физик һәм химик зарарланулардан саклый, тукымаларда һәм органнарда күзәнәкләрнең үзара бәйләнештә тору һәм тәэсир итешү мөмкинлеген бирә, күзәнәккә туклыклы матдәләрнең сайланып кына узуын һәм матдәләр алмашының соңгы продуктларын чыгаруны тәэмин итә. Плазматик мембрананың төзелеше дә аның әлеге катлаулы функцияләренә туры килә (12 нче рәсем).

Плазматик мембрана липидлардан һәм аксымнардан тора. Липидлар мембранада ике катлау хасил итә, ә аксымнар аның бөтен калынлыгына үтә, липид катлауда төрле тирәнлеккә бата яки мембрананың тышкы яки эчке катлавында урнаша (12 нче рәсем). Тышкы катлауда

урнашкан кайбер аксымнарга углеводлар килеп тоташа. Мембрана өслегендәге аксымнар һәм углеводлар барлык күзәнәкләрдә дә бертөрле булмый, һәм алар күзәнәк типларының үзенә бертөрле күрсәткечләре булып торалар. Мәсәлән, мондый күрсәткечләр ярдәмендә сперматозоидлар күкәй күзәнәкне таный. Мембрананың полисахарид «антенналары» ярдәмендә бер типтагы күзәнәкләр, бергә тупланып, тукыма барлыкка китерәләр. Аксым молекулалары шикәр, аминокислота, нуклеотидлар һәм башка матдәләрне күзәнәккә яки күзәнәктән сайлап кына күчерә.

Барлык башка органоидларның мембраналары төзелеше плазматик мембрананыкы белән охшаш. Бары тик составы, липидлар һәм аксымнарның нисбәте, аларның мембрана структурасында ничек урнашуы белән генә аерылалар.

Су һәм төрле ионнарның күчүе өчен, күзәнәк мембранасында тишемнәр була, алар аша күзәнәккә су һәм кайбер ионнар пассив керәләр. Моннан тыш, матдәләр күзәнәккә актив та керәләр, аны плазматик мембрана составындагы махсус аксымнар башкара. Бу күренешнең нигезендә фагоцитоз һәм пиноцитоз процесслары ята.

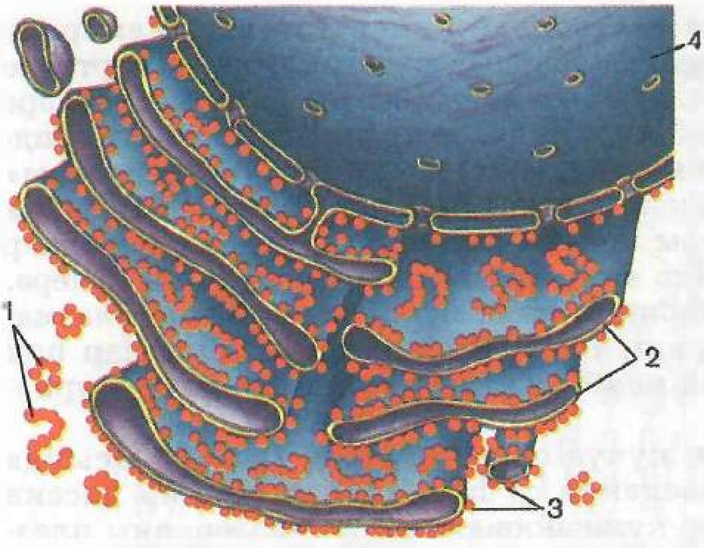
Плазматик мембрананың каты кисәкчекләрне эләктереп алуы һәм аларны күзәнәк эченә суырып, тартып кертүе *фагоцитоз* (грекча «фагос» — ашап бетерү һәм «цитос» — күзәнәк) дип атала. Бу күренешне, мәсәлән, амёба үзеннән ваграк беркүзәнәклеләрне чолгап алганда, шулай ук кеше яки хайван организмына кергән бактерияләрне кандагы лейкоцитлар эләктереп алганда күзәтергә мөмкин.

Сыеклыкта эрүчән вак кисәкчекләр яки молекулалар да күзәнәккә шушы ук юл белән керәләр. Плазматик мембрана нечкә көпшә рәвешендә батынкылык барлыкка китерә, эрегән матдәләре белән сыеклык шуңа үтеп керә. Бу көпшәләрдән соңыннан куыклар (11 нче рәсем, *5* һәм *6*) аерылып чыга. Мондый ысул *пиноцитоз* (грекча «пино» — эчәм һәм «цитос» — күзәнәк) дип атала, ул үсемлек, хайван һәм гөмбә күзәнәкләренә дә хас булуы белән универсальрәк.

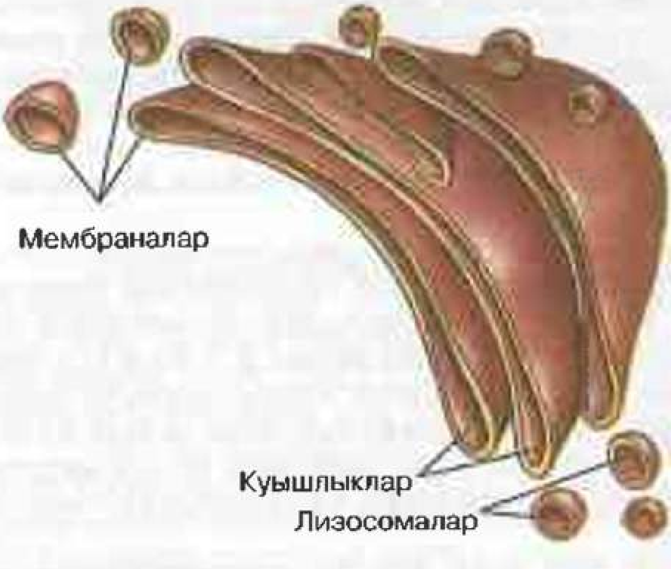
Лизосомалар. Пиноцитоз һәм фагоцитоз куыкчыклары, цитоплазмага кереп, аның эчендә күчеп йөриләр һәм *лизосомалар* (грекча «лизео» — эретәм һәм «сома» — тән) белән кушылалар. Күзәнәкнең бу мембрана органоидлары овал формасында, ә диаметры 0,5 мкм (11 нче рәсем, *11*). Лизосомаларда аксымнарны, нуклеин кислоталарын, углеводларны һәм липидларны таркатучы ферментлар җыелмасы була. Бу ферментлар пиноцитоз һәм фагоцитоз куыкчыклары белән кергән полимер кушылмаларны күзәнәк тарафыннан үзләштерелә торган мономерларга кадәр таркаталар.

Лизосомаларның мембранасы бик нык, һәм ул үзендәге ферментларны цитоплазмага чыгармый. Ниндидер тышкы тәэсирләр аркасында лизосома зарарланса, аның белән бергә күзәнәк үзе дә яисә аның бер өлеше дә таркала. Лизосомалар үсемлек, хайван һәм гөмбәләрнең барлык күзәнәкләрендә очрый.

Төрле органик кисәкчекләрне кайнатып, лизосомалар күзәнәктә бара торган химик һәм энергетик процессларны өстәмә «чимал» белән тәэмин итәләр. Күзәнәк ачыкканда, лизосомалар, күзәнәкнең бөтенлеген саклаган хәлдә, аның кайбер органоидларын үзләштерәләр. Мондый



13 нче рәсем. Эндоплазматик челтәр төзелешенең схемасы.
1 — ирекле рибосомалар; *2* — куышлыклар; *3* — мембраналарга береккән рибосомалар; *4* — төш мембранасы



14 нче рәсем. Гольджи комплексы төзелешенең схемасы

өлешчә үзләштерү күзәнәккә күпмедер вакытка җитәрлек туклыклы матдәләр бирә. Кайчак лизосомалар бөтен бер күзәнәкне яки аларның төркемнәрен үзләштерәләр, хайваннарның үсеш процессында моның зур әһәмияте бар. Чукмарбаш бакага әверелгәндә койрыгын югалтуы — шуның бер мисалы.

Эндоплазматик челтәр (ЭПЧ) һәм рибосомалар. Эндоплазматик челтәр, үзара тоташкан куышлыклар, каналлар һәм көпшәләр системасы булып, күзәнәкнең цитоплазмасында органик матдәләрне синтезлау һәм транспортлау хезмәтен үти (11 нче рәсем, *2*; 13 нче рәсем). Алар плазматик мембрана төзелешенә охшаган мембрана белән чикләнгән.

Эндоплазматик челтәр мембраналарына күп санлы *рибосомалар* — рРНК һәм аксымнардан торган 20 нм диаметрлы шар формасындагы бик вак органоидлар береккән. Аларның өслегендә аксым синтезлана. Яңа синтезланган аксымнар куышлыклар һәм каналлар системасына керә һәм шулар буйлап күзәнәкнең эчендә күчеп йөри.

Күзәнәкнең цитоплазмасында эндоплазматик челтәргә берекмәгән ирекле рибосомалар да бар. Кагыйдә буларак, алар төркемләшеп урнашалар, һәм бу рибосомаларда шулай ук күзәнәкнең үзе өчен тотыла торган аксымнар синтезлана.

Гольджи комплексы. Эндоплазматик челтәр куышлыклары һәм каналлары ачыклыгына керүче биосинтез продуктлары, тупланып, махсус аппаратка — *Гольджи комплексына* күчәләр (11 нче рәсем, *7*).

5—10 мкм зурлыгындагы бу органоид 3—8 рәт булып катлы-катлы өелгән яссы, ләкин аз гына бөгелгән, дисксыман куышлыклардан тора (14 нче рәсем). Ул күзәнәктә төрле функцияләр башкара: биосинтез продуктларын күзәнәкнең өслегенә китерүдә һәм аларны күзәнәктән чыгаруда, лизосомаларны формалаштыруда һ.б.да катнаша.

Хәзерге вакытта күзәнәктә *бердәм мембраналар системасы* бар дип күзаллана. Бу системада күзәнәкнең плазматик мембрана, эндоплазматик челтәр, төш тышчасы, Гольджи комплексы, лизосомалар, вакуольләр кебек органоидлары үзара бәйләнештә торалар.

- 1. Күзәнәк мембранасының төзелеше аның функцияләренә ничек бәйләнгән?
- 2. Күзәнәкнең матдәләрне актив йотуы ничек бара?
- 3. Рибосомалар белән эндоплазматик челтәр арасында нинди бәйләнеш бар?
- 4. Лизосомаларның төзелеше һәм функцияләре нинди?

§ 9. Цитоплазма. Митохондрияләр, пластидалар, хәрәкәт органоидлары, тупланмалар

Митохондрияләр. Хайван һәм үсемлек күзәнәкләренең цитоплазмасында энергетика органоидлары — *митохондрияләр* (грекча «митос» — җеп, «хондрион» — бөртек) урнашкан. Алар яктылык микроскобында да күренәләр. Митохондрияләрнең формалары төрле: овал да, таяк яки җеп кебек тә булырга мөмкин, диаметрлары 1 мкм, ә озынлыгы 7 мкм. Аларның саны күзәнәкнең функциональ активлыгына бәйле, һәм ул бөҗәкләрнең очуда катнашучы мускулларында дистәләгән меңгә җитә.

Митохондрияләрнең эчке төзелеше (11 нче рәсем, *12*; 15 нче рәсем) яктылык микроскобы ярдәмендә өйрәнелгән. Электрон микроскоп аша төшереп алынган микрофоторәсемнәрдә митохондрияләрнең плазматик мембрана кебек үк төзелешле тышкы мембранасы булуы күренә. Тышкы мембрана астында, күп санлы җыерчалар — *кристалар* хасил итеп, эчке мембрана урнашкан. Митохондрияләрнең эчендә РНК, ДНК һәм цитоплазманыкына охшамаган рибосомалар бар. Митохондрияләрнең мембранасы эчендә махсус ферментлар урнашкан, алар ярдәмендә митохондрияләрдә азык матдәләрендәге энергия күзәнәкнең һәм бөтен бер организмның тереклеге өчен кирәкле АТФ энергиясенә әверелә.

15 нче рәсем. Митохондрия төзелешенең схемасы

Пластидалар. Болар — үсемлек күзәнәкләрендә генә була торган органоидлар.

16 нчы рәсем. Хлоропласт төзелешенең схемасы

Пластидаларның өч төре бар: яшел хлоропластлар, төсле (ләкин яшел түгел) хромопластлар һәм төссез лейкопластлар.

Хлоропласт (16 нчы рәсем) диаметры 4—6 мкм булган ике мембраналы диск яки шарны хәтерләтә. Аның ике тышчасы — тышкы һәм эчке тышчалары бар. Хлоропласт эчендә ДНК, рибосомалар һәм мембрананың махсус структуралары — үзара һәм хлоропластның эчке мембранасы белән бәйләнештә торган *граналар* урнашкан. Һәр хлоропластта, яктылыкны яхшырак йоту өчен, шахмат тәртибендә урнашкан 50 гә якын грана исәпләнә. Граналарның мембранасында яшел пигмент — *хлорофилл* була. Хлорофилл катнашында хлоропластларда яктылык энергиясе химик энергиягә — АТФ энергиясенә әверелә. АТФ энергиясе хлоропластларда органик кушылмалар, беренче чиратта углеводлар, синтезлау өчен тотыла.

Хромопластлар. Хромопластлардагы кызыл һәм сары пигментлар үсемлекләрнең төрле өлешләренә кызыл һәм сары төс бирә. Мәсәлән, кишернең тамыры яки томатның җимеше хромопластлардагы пигментлардан шундый төскә керә. Төрле пигментлардан торган хромопластлар җыелмасы чәчәк һәм җимешләрнең гаять күп төсләрен барлыкка китерәләр.

Лейкопластлар — запас туклыклы матдә — крахмалның туплану урыны. Лейкопластлар бигрәк тә бәрәңгедә күп була. Яктыда лейкопласт хлоропластка әверелә ала (нәтиҗәдә бәрәңге яшелләнә). Көзен хлоропласт хромопластка әверелә, һәм яшел яфраклар, җимешләр саргая яки кызара.

Күзәнәкнең даими хәрәкәте. Хәрәкәт органоидлары. Бер күзәнәкле һәм күп күзәнәкле организмнарның күп кенә күзәнәкләре хәрәкәтләнергә сәләтле. Моңа күзәнәкнең пространстводагы хәрәкәте дә, аның органоидларының күзәнәк эчендәге хәрәкәте дә керә. Сыек тирәлектә күзәнәкләр камчылар һәм керфекчекләр ярдәмендә хәрәкәтләнә (10 нчы рәсем, *2, 8, 11*). Беркүзәнәклеләрнең байтагы, мәсәлән, яшел эвглена, камчылы инфузория һ.б. шулай хәрәкәтләнә. Бактерияләрнең кайбер төрләре шулай ук озын һәм сыгылмалы камчылары ярдәмендә хәрәкәтләнә. Аларның тиз бөтерелүеннән күзәнәк хәрәкәткә килә. Амёбалар һәм тагын башка кайбер иң түбән төзелешле организмнар, шулай ук күпкүзәнәклеләрнең махсуслашкан күзәнәкләре дә (мәсәлән, лимфоцитлар) өслекләрендә барлыкка килгән үсентеләр ярдәмендә хәрәкәтләнәләр.

Күзәнәк һәрвакыт хәрәкәттә. Фагоцитоз һәм пиноцитоз вакытында плазматик мембрананың күзәнәк эченә батып керүе күзәтелә, лизосомалар, Гольджи комплексы куыкчыклары, митохондрияләр һәм, ниһаять, цитоплазма үзе дә хәрәкәтләнә.

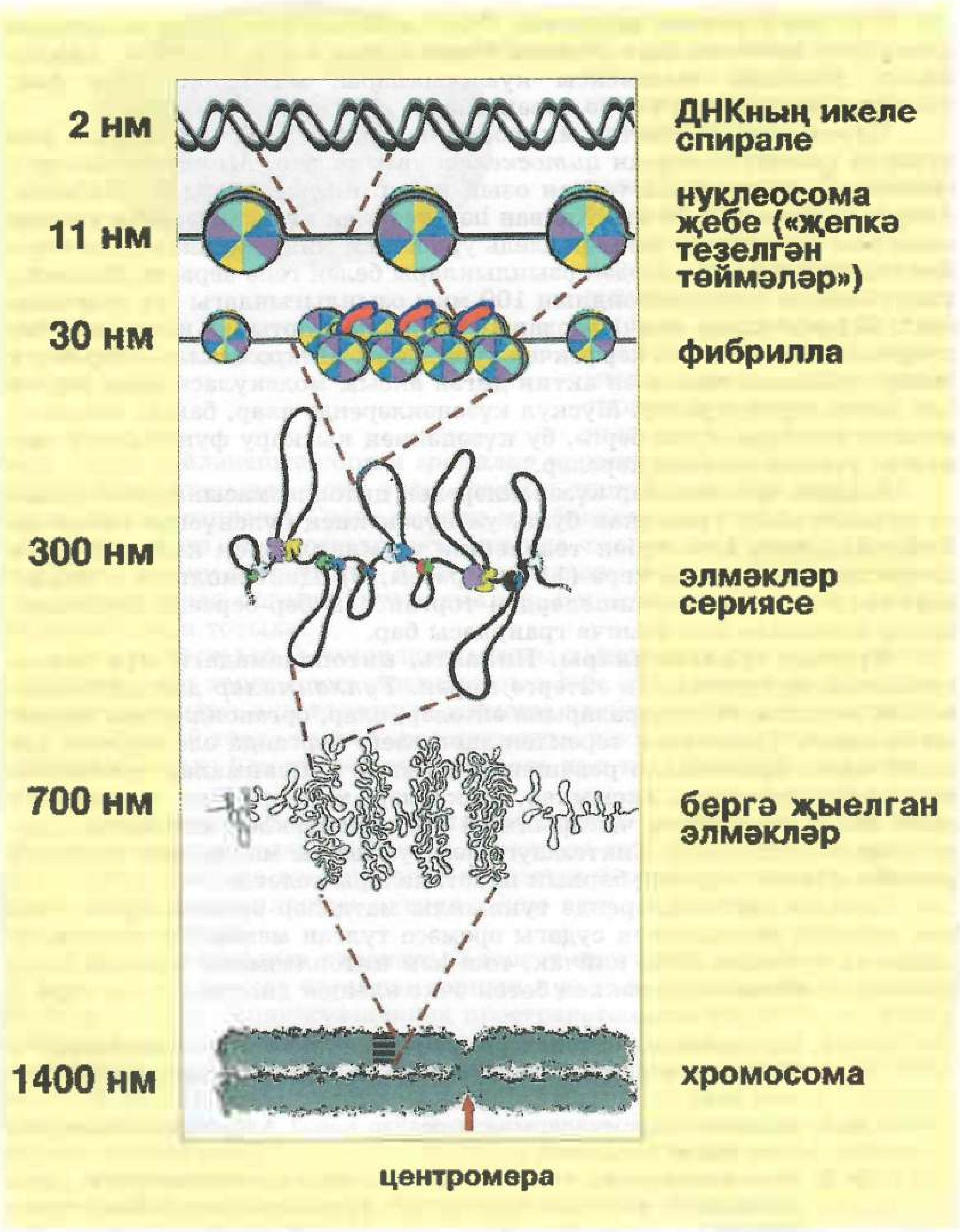
Күзәнәкнең хәрәкәтен микрокөпшәләрдән, микроҗепләрдән һәм күзәнәк үзәгеннән торган *цитоскелет* тәэмин итә. *Микрокөпшәләр* — стенкасы аксымнардан торган озын куыш цилиндрлардан гыйбарәт. Аларның диаметры 25 нм. Хайван һәм үсемлек күзәнәкләренең камчылары һәм керфекчекләре параллель урнашкан микрокөпшәләрдән тора. Камчылар керфекчекләрдән озынлыклары белән генә аерыла. Мәсәлән, имезүчеләрдә сперматозоидның 100 мкм озынлыгындагы бер камчысы була. Керфекчекләр камчылардан 10 тапкырдан артыкка кыскарак, бер күзәнәккә берничә мең керфекчек туры килә. *Микроҗепләр* — бер-берсе белән тоташкан, меңләгән актин дигән аксым молекуласыннан торган бик нечкә структуралар. Мускул күзәнәкләрендә алар, башка аксым — миозин җепләре белән бергә, бу күзәнәкнең кыскару функциясен тәэмин итүче комплекска керәләр.

Барлык организмнар күзәнәкләренең цитоплазмасында төш янында *күзәнәк үзәге* урнашкан була, ул күзәнәкнең бүленүендә катнаша. Хайваннарның һәм түбән төзелешле үсемлекләрнең күзәнәк үзәге составына *центриоль* керә (**11 нче рәсем,** *3*). Центриоль ул — парлы ясалма. Аның микрокөпшәләрдән торган һәм бер-берсенә перпендикуляр урнашкан ике озынча гранугасы бар.

Күзәнәк тупланмалары. Ниһаять, цитоплазмадагы күп санлы тупланмалар турында да әйтергә кирәк. *Тупланмалар* дип цитоплазманың вакытлы структураларына әйтәләр, алар, органоидлардан аермалы буларак, күзәнәкнең тереклек эшчәнлеге барганда әле күренә, әле юкка чыга. Гранулалар рәвешендәге тыгыз тупланмалар туклыклы матдәләрне (крахмал, аксымнар, шикәрләр, майлар) яисә теге яки бу сәбәп белән күзәнәктән чыгарылмый калган тереклек эшчәнлеге продуктларын туплыйлар. Синтезлауга һәм туклыклы матдәләрне туплауга үсемлек күзәнәкләренең барлык пластидалары сәләтле.

Үсемлек күзәнәкләрендә туклыклы матдәләр *вакуольләрдә* — тоз һәм органик матдәләрнең судагы эремәсе тулган мембрана капчыкларында да туплана. Алар кайчак, төш һәм цитоплазманы күзәнәк мембранасына этәреп, күзәнәкнең бөтен эчке өлешен диярлек алып тора.

1. Ни өчен митохондрияләрне «көч станцияләре» дип атыйлар?
2. Күзәнәкнең нинди структуралары аның хәрәкәтләнүенә булышлык итә?
3. Күзәнәк тупланмаларына нәрсәләр керә? Аларның күзәнәктәге роле нидән гыйбарәт?
4. Митохондрияләр һәм хлоропластларның төзелешендәге үзенчәлекләрне аларның күзәнәктәге функцияләренә бәйләп аңлатыгыз.



17 нче рәсем. Хромосомада ДНКның урнашу схемасы

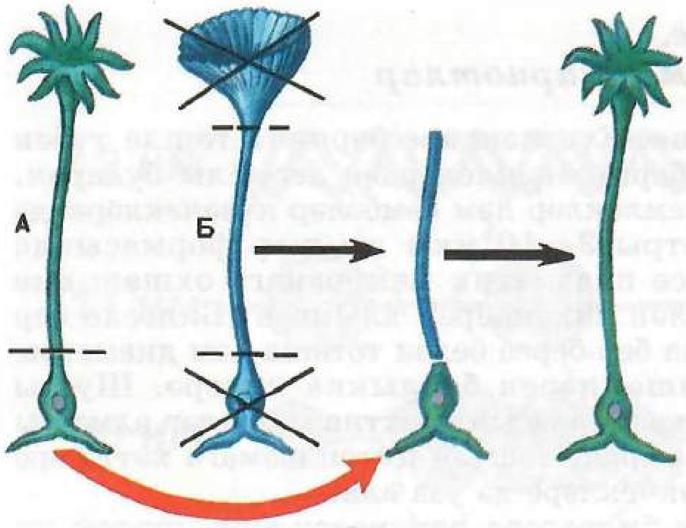
§10. Күзәнәк төше. Прокариотлар һәм эукариотлар

Күзәнәк төшенең төзелеше. Күзәнәкләре берничә төшле түбән төзелешле үсемлекләрдән һәм беркүзәнәклеләрдән аермалы буларак, югары төзелешле хайваннар, үсемлекләр һәм гөмбәләр күзәнәкләрендә бер генә *төш* була. Ул диаметры 3—10 мкм лы шар формасында (11 нче рәсем, *8*). Төш һәрберсе плазматик мембранага охшаш ике мембранадан торган тышча белән әйләндереп алынган. Билгеле бер ара калдырып, һәр ике мембрана бер-берсе белән тоташа һәм диаметры 70 нм лы тишемнәр — төш тишемнәрен барлыкка китерә. Шушы тишемнәр аша төш белән цитоплазма арасында актив матдәләр алмашы бара. Тишемнәрнең зурлыгына карап, төштән цитоплазмага хәтта эре молекулалар һәм рибосома кисәкчекләре дә уза ала.

Төштә күзәнәкнең барлык билгеләре һәм үзлекләре, шулай ук анда узарга тиешле процесслар (мәсәлән, аксым синтезы) турында гына түгел, бәлки бербөтен организмның билгеләре турында да нәселдәнлек информациясе саклана. Информация *хромосомаларның* мөһим состав өлеше булган ДНК молекулаларында теркәлгән. Моннан тыш, хромосомалар составына төрле аксымнар керә. Ике бүленү арасында хромосомалар бик нечкә озын җепләр рәвешендә булалар һәм электрон микроскопта гына күренәләр.

Кеше организмындагы 46 хромосоманың һәрберсенең нигезен тәшкил иткән ДНК молекуласының озынлыгы 5 см чамасы. Бу молекулалар диаметры 5 мкм дан артмаган төш эченә ничек урнашып бетә соң? ДНКның хромосомада урнашуы дүрт дәрәҗә белән билгеләнә (17 нче рәсем). ДНК спирале (аның диаметры 2 нм) аксым комплексына урала; бу комплекс лизин һәм аргинин аминокислоталарының уңай корылган калдыкларына бай аксымнарның — *гистоннарның* — 8 молекуласыннан тора. Җепкә тезелгән төймәне хәтерләткән диаметры 11 нм лы структура барлыкка килә. Һәр «төймә» — *нуклеосома* — 150 парга якын нуклеотидтан тора. Икенче дәрәҗәдә нуклеосомалар үзенең составына керүче гистоннардан аерылып торган гистон ярдәмендә үзара якынаялар. Диаметры 30 нм лы *фибрилла* барлыкка килә. Өченче дәрәҗәдә 20000— 80000 пар ДНК нуклеотидларыннан торган элмәкләр ясала. Һәр элмәкнең «тамагында» нуклеотидларның билгеле бер эзлеклелеген танучы һәм шул ук вакытта табигате белән бер-берсенә якын аксымнар була. Имезүчеләрнең типик хромосомасында 2500 ләп элмәк булырга мөмкин. Күзәнәк бүленер алдыннан, ДНК икеләтә арта, элмәкләр багана ясап урнаша, хромосома калыная һәм яктылык микроскобында күренә башлый. Бу дүртенче дәрәҗәдә һәр хромосома үзара охшаш ике *хроматидадан* тора, аларның һәркайсында берәр ДНК молекуласы була. Хроматидаларның тоташкан урыны *центромера* дип атала. Тулаем алганда, ДНК 10^4 сенә кадәр «кыскара». Бу — Останкино манарасы биеклеге (500 м) озынлыгындагы җепне шырпы тартмасына (5 см) сыйдырып бетерү белән бер булыр иде.

Төштә һәрвакыт бер яки берничә *төшчек* була (11 нче рәсем, *9*). Төшчек хромосомаларның билгеле бер участокларыннан формалаша, аларда рибосомалар ясала.



18 нче рәсем. Ацетабулярия белән үткәрелгән тәҗрибә схемасы.
А һәм *Б* — ацетабуляриянең төрләре

Төштә нәселдәнлек информациясен йөртүче хромосомалар булу сәбәпле, ул күзәнәкнең бөтен тереклек эшчәнлеге һәм үсеше белән идарә итүче үзәк функциясен үти.

Нәселдәнлектә төшнең төп роле. Димәк, нәселдәнлек информациясен йөртүче ДНК күзәнәк төшендә урнашкан хромосомаларда саклана икән. Бу исә күзәнәк төшенең нәселдәнлектә төп ролен билгели. Хәзерге заман биология фәненең бу мөһим положениесе логик фикерләүләрдән генә тумаган, бәлки ул күпләгән төгәл тәҗрибәләр белән расланган. Шуларның бер мисалы: Урта диңгездә бер күзәнәкле яшел суүсемнең — ацетабуляриянең — берничә төре очрый. Алар нечкә сабакчыклардан һәм өске очларындагы эшләпәдән тора. Эшләпәнең формасына карап, ацетабуляриянең төрен билгелиләр.

Сабакчыкның түбәнге очында төше була. Ацетабуляриянең бер төреннән төшен һәм эшләпәсен алып, аның сабакчыгына икенче төр ацетабуляриянең төшен күчереп утыртканнар. Шуннан нәрсә күзәтелгән соң? Күпмедер вакыттан соң бу суүсемдә төшен биргән төргә хас эшләпә үсеп чыккан (18 нче рәсем).

Нәселдәнлек күренешләрендә төп рольне төш алып торса да, моннан билгеләрнең буыннан-буынга күчүендә төш кенә җаваплы дигән нәтиҗә чыгарырга ярамый. Цитоплазмада шулай ук ДНКсы булган һәм нәселдәнлек информациясен күчерергә сәләтле органоидлар да (хлоропластлар һәм митохондрияләр) бар.

Шулай итеп, бербөтен организмның барлык үзлекләре һәм билгеләре белән бергә үсеше өчен кирәкле төп нәселдәнлек информациясе һәрбер күзәнәкнең төшендә саклана. Нәселдәнлек күренешләрендә төш үзәк урынны алып тора.

Күзәнәкләре төшсез организмнарда бу эш ничегрәк тора соң?

Прокариотлар һәм эукариотлар. Күзәнәк төзелешле барлык организмнар ике группага бүленә: *төшсезләр (прокариотлар)* һәм *төшлеләр (эукариотлар)*.

Прокариот күзәнәкләре (аларга бактерияләр керә), эукариотлардан аермалы буларак, чагыштырмача гади төзелешле. Прокариотик күзәнәктә формалашкан төш юк, анда бер генә хромосома була, һәм ул күзәнәкнең башка өлешеннән мембрана белән аерылып тормый, бәлки цитоплазманың үзендә ята. Шулай булса да анда бактериаль күзәнәкнең барлык нәселдәнлек информациясе язылган була.

Прокариотларның цитоплазмасы структур составы ягыннан эукариотик күзәнәкләр цитоплазмасыннан ярлырак. Анда эукариотларныкыннан ваграк күп санлы рибосомалар була. Прокариотик күзәнәктә митохондрия һәм хлоропластларның функциясен шактый ук гади төзелешле махсус мембрана структуралары үти.

Прокариот күзәнәкләре, эукариот күзәнәкләре кебек үк, плазматик мембрана белән капланган, аның өстендә күзәнәк тышчасы яки лайлалы капсула урнашкан. Чагыштырмача гади булуларына карамастан, прокариотлар типик бәйсез күзәнәкләр булып торалар.

Прокариот һәм эукариотларга чагыштырма характеристика

Билгеләре	Прокариотлар	Эукариотлар
Төш тышчасы	Юк	Бар
ДНК	Боҗрага йомылган (шартлыча *бактериаль хромосома* дип атала)	Төш ДНКсы сызыкча структуралы, һәм ул хромосомаларда урнашкан
Хромосомалар	Юк	Бар
Митоз	Юк	Бар
Мейоз	Юк	Бар
Гаметалар	Юк	Бар
Митохондрияләр	Юк	Бар
Автотрофларда пластидалар	Юк	Бар
Азыкны йоту ысулы	Күзәнәк мембранасы аша адсорбцияләнә	Фагоцитоз, пиноцитоз һәм адсорбция
Ашкайнату вакуольләре	Юк	Бар
Камчылар	Бар	Бар

Эукариот күзәнәкләренә чагыштырма характеристика. Төзелешләре белән барлык эукариот күзәнәкләре дә охшашлар. Ләкин терек табигатьнең төрле патшалыкларына караган организмнар күзәнәкләре арасында, охшашлыклар булу белән беррәттән, беленеп торган аерымлыклар да бар. Болар — структур һәм биохимик үзенчәлекләрдәге аерымлыклар.

Үсемлек күзәнәгендә төрле пластидалар, кайбер очракларда хәтта төшне бер читкә кысрыклаган зур үзәк вакуоль, шулай ук плазматик мембрананың тышында урнашкан һәм целлюлозадан торган күзәнәк стенкасы була. Югары төзелешле үсемлекләрдә күзәнәк үзәге центриольсез, ул суүсемнәрдә генә очрый. Үсемлек күзәнәкләрендә, резервтагы туклыклы углевод булып, крахмал туплана.

Гөмбәләр патшалыгы вәкилләренең күзәнәк стенкасы, гадәттә, буынтыгаяклы хайваннарның да тышкы скелетын тәшкил итүче полисахаридтан — хитиннан тора. Үзәк вакуоль була, пластидалар булмый.

Фәкать кайбер гөмбәләрнең генә күзәнәк үзәгендә центриоль очрый. Гөмбә күзәнәкләрендә резерв углевод булып гликоген туплана.

Хайваннар күзәнәгендә тыгыз күзәнәк стенкасы һәм пластидалар булмый, үзәк вакуоль дә юк. Аларның күзәнәк үзәге өчен центриоль характерлы. Хайваннар күзәнәгендә резерв углевод булып шулай ук *гликоген* туплана.

1. Күзәнәк төшенең төзелешен аның функциясенә бәйләп аңлатыгыз.
2. Төшнең күзәнәктәге төп ролен ничек дәлилләргә мөмкин?
3. Прокариотлар һәм эукариотлар арасында кискен аерымлыклар бармы? Җавабыгызны аңлатып бирегез.

III бүлек. КҮЗӘНӘКНЕҢ ЭНЕРГИЯ БЕЛӘН ТӘЭМИН ИТЕЛҮЕ

Теләсә нинди тере организм, аерым күзәнәк кебек үк, әйләнә-тирәлек белән матдәләр һәм энергия алмашынуына көйләнгән ачык система булып тора. Организмда баручы *матдәләр алмашының* барлык ферментатив реакцияләре җыелмасын *метаболизм* (грекча «метаболе» — әверелеш) дип атыйлар. Метаболизм *ассимиляция* (югары молекуляр кушылмалар — аксымнар, нуклеин кислоталары, полисахаридлар, липидлар синтезы) һәм *диссимиляциянең* (энергия әверелеше белән баручы органик матдәләр таркалуы һәм оксидлашуының) үзара бәйләнештәге реакцияләреннән тора. Ассимиляция (пластик алмашу) диссимиляция (энергетик алмашу) нәтиҗәсендә аерылып чыгучы энергиядән башка була алмый. Диссимиляция үз чиратында пластик алмашу нәтиҗәсендә барлыкка килгән ферментлардан башка бармый.

Тереклек эшчәнлегенең теләсә нинди чагылышы (су һәм анда эрегән неорганик кушылмаларның йотылуы, органик матдәләрнең синтезлануы, полимерларның мономерларга таркалуы, җылылык генерациясе, хәрәкәт h. б.) энергия тотылуын таләп итә.

Безнең планетада яшәүче барлык тереклек өчен төп энергия чыганагы булып Кояш энергиясе хезмәт итә. Әмма аннан яшел үсемлекләр күзәнәкләре, бер күзәнәкле суүсемнәр һәм пурпур бактерияләр генә турыдан-туры файдалана ала. Бу күзәнәкләр Кояш энергиясе исәбенә органик матдәләр — углеводлар, майлар, аксымнар, нуклеин кислоталары — синтезларга сәләтле. Яктылык энергиясен файдаланганда бара торган биосинтезны *фотосинтез* дип атыйлар. Фотосинтезга сәләтле организмнар *фотоавтотрофлар* дип йөртелә.

Фотосинтез өчен башлангыч матдәләр булып Җир атмосферасындагы су, углекислый газ, шулай ук сулыклардан һәм туфрактан алынган азот, фосфор, күкерт тозлары хезмәт итә. Башлыча кузаклы үсемлекләрнең тамыр төерчекләрендә яшәүче бактерияләр тарафыннан үзләштерелә торган атмосфера азоты молекулалары да (N_2) азот чыганагы булып исәпләнә. Газсыман азот бу вакытта аммиак молекуласы (NH_3) составына күчә һәм шуннан соң аминокислоталар, аксымнар,

нуклеин кислоталары һәм башка азотлы кушылмалар синтезы өчен файдаланыла. Төерчек бактерияләре һәм кузаклы үсемлекләр берберсенә бик кирәк. Төрле төрдәге организмнарның үзара файда китереп бергә яшәве *симбиоз* дип атала.

Фотоавтотрофлардан тыш, кайбер бактерияләр дә (водород бактерияләре, нитробактерияләр, күкерт бактерияләре h.б.) неорганик матдәләрдән органик матдәләр синтезларга сәләтле. Алар бу синтезны неорганик матдәләр оксидлашканда аерылып чыккан энергия исәбенә тормышка ашыралар. Аларны *хемоавтотрофлар* дип атыйлар. *Хемосинтез* процессын 1887 елда рус микробиологы С.Н.Виноградский ача.

Безнең планетаның неорганик кушылмалардан органик матдәләр синтезларга сәләтсез барлык тереклек иясләре *гетеротрофлар* дип атала. Барлык хайваннар һәм кеше үсемлекләрдә синтезланган органик кушылмаларның химик бәйләнешләре энергиясенә әверелгән, аларда тупланган Кояш энергиясе исәбенә яши.

Шуны билгеләп үтәргә кирәк: фотосинтезлаучы организмнар да, хемосинтезлаучылар да шулай ук энергияне органик матдәләрнең оксидлашуы аркасында алырга сәләтле. Ләкин гетеротрофлар бу матдәләрне читтән әзер килеш ала, ә автотрофлар аларны неорганик кушылмалардан үзләре синтезлый.

Фотосинтезлаучы күзәнәкләр, атмосферадан углекислый газны йотып, кислород бүлеп чыгара. Безнең планетада, фотосинтезлаучы күзәнәкләр барлыкка килгәнчегә кадәр, Җир атмосферасында кислород булмаган. Фотосинтезлаучы организмнар күренә башлау белән, атмосферага акрынлап кислород чыга башлый, һәм бу яңа типтагы энергетик аппаратлы күзәнәкләр барлыкка килүгә китерә. Болар әзер органик кушылмаларның (башлыча углеводлар һәм майларның) атмосфера кислороды катнашында оксидлашулары исәбенә энергия җитештерүче күзәнәкләр була. Органик кушылмалар оксидлашканда, энергия аерылып чыга.

Атмосфераның кислородка туенуы нәтиҗәсендә, энергия алу өчен, кислородны файдаланырга сәләтле аэроб күзәнәкләр барлыкка килә.

§11. Фотосинтез. Яктылык энергиясенең химик бәйләнешләр энергиясенә әверелүе

Кояш яктылыгы энергиясен файдаланырга сәләтле беренче күзәнәкләр Җирдә якынча 4 млрд ел элек архей эрасында күренә башлаганнар. Болар цианобактерияләр (грекча «цианос» — зәңгәр) булганнар. Аларның ташка әйләнгән калдыклары Җир тарихында шул чорга караган катламташ (сланец) катламнарында табылган. Җир атмосферасының кислородка туенуы һәм аэроб күзәнәкләр барлыкка килүе өчен, тагын 1,5 млрд чамасы ел кирәк булган.

Күрәсең, үсемлекләрнең һәм башка фотосинтезлаучы организмнарның безнең планетада тереклекне үстерүдә һәм саклауда роле гаять зур: алар Кояш яктылыгы энергиясен органик кушылмаларның химик бәйләнешләре энергиясенә әверелдерә, ә соңыннан бу энергияне башка

тереклек иялəре файдалана. Алар шулай ук Җир атмосферасын кислородка туендыра. Кислород органик матдəлəрнең оксидлашуы һəм шул ысул белəн аларда тупланган химик энергияне аэроб күзəнəклəр алуы өчен хезмəт итə; ниһаять, үсемлеклəрнең билгеле бер төрлəре, азот туплаучы бактериялəр белəн симбиозлыкка кереп, атмосфераның газсыман азотын аммиак молекулалары, аның тозлары һəм азотлы органик кушылмалар составына кертə.

Планета яшəешендə яшел үсемлеклəрнең роле чиксез. Җирнең яшеллек капламын саклау һəм киңəйтү безнең планетада яшəүче барлык тереклек өчен хəлиткеч əһəмияткə ия.

Биологик «аккумуляторларда» яктылык энергиясе туплану. Кояш нурлары агымы төрле озынлыктагы яктылык дулкыннарын алып килə. Үсемлеклəр яктылык «антенналары» (болар — башлыча хлорофилл молекулалары) ярдəмендə спектрның кызыл һəм зəңгəр өлешендəге яктылык дулкыннарын йота. Спектрның яшел өлешендəге яктылык дулкыннарын хлорофилл тоткарлыксыз уздыра, һəм шуңа күрə үсемлеклəр яшел төстə.

Хлорофилл составындагы электрон яктылык энергиясе ярдəмендə югарырак энергетик дəрəҗəгə күчə. Аннан соң бу югары энергетикалы электрон, баскычтан сикергəн кебек, электроннарны күчерүчелəр чылбыры буйлап сикерə һəм шулчакта энергиясен югалта. Бу вакытта электроннарның энергиясе үзенə бертөрле биологик «аккумуляторларны» «кору»га тотыла. Аларның химик төзелешенең үзенчəлеклəрен карап тормыйча гына берсен аденозинтрифосфат кислотасы дип атыйк, аны шулай ук аденозинтрифосфат (кыскача — АТФ) дип кенə дə йөртəлəр. 6 нчы параграфта язылганча, АТФта үзара бəйлəнгəн өч фосфат кислотасы калдыгы була, алар аденозинга тоташкан. АТФның схематик формуласын болай язарга мөмкин: аденозин—Ф—Ф~Ф, биредə Ф — фосфат кислотасы калдыгы. Икенче һəм өченче азаккы фосфат арасындагы химик бəйлəнештə электрон биргəн энергия туплана (мондый үзенə бертөрле химик бəйлəнеш дулкынлы сызык белəн күрсəтелгəн). Бу, электрон үзенең энергиясен аденозиндифосфатка (аденозин—Ф—Ф, АДФ) биргəндə, тагын бер фосфат кушылу нəтиҗəсендə була:

$$\text{АДФ} + \text{Ф} + E \rightarrow \text{АТФ},$$

биредə E — электронның АТФта тупланган энергиясе. АТФ аденозинтрифосфатаза (АТФаза) ферменты катнашында таркалганда, азаккы фосфат аерылып китə, һəм энергия аерылып чыга:

$$\text{АТФ} \xrightarrow{\text{АТФаза}} \text{АДФ} + \text{Ф} + E$$

Үсемлек күзəнəгендə АТФ энергиясе су һəм тозларны күчерү, күзəнəклəрнең бүленүе, үсү һəм хəрəкəтлəнү (исегезгə төшерегез: көнбагыш ничек итеп Кояшка борыла) өчен тотыла.

АТФ энергиясе үсемлеклəрдə глюкоза, крахмал, целлюлоза һəм башка органик кушылмалар синтезы өчен кирəк. Əмма үсемлеклəрдə органик матдəлəр синтезы өчен яктылык энергиясен туплаучы тагын бер биологик «аккумулятор» кирəк. Аның исеме — никотинамидадениндинуклеотидфосфат (кыскача — НАДФ, «над-эф» дип укыла). Ул

кайтарылган югары энергетик формада була: НАДФ·Н («над-эф-аш» дип укыла).

Бу кушылманың энергиясен югалткан оксидлашкан формасы: $НАДФ^+$ («над-эф-плюс» дип укыла). НАДФ·Н, бер водород атомын һәм бер электронын югалтып, $НАДФ^+$ ка әверелә һәм углекислый газны (су молекулалары катнашында) глюкозага ($C_6H_{12}O_6$) кадәр кайтара; җитмәгән протоннар (H^+) сулы тирәлектән алына. Гадиләштереп, бу процессны химик тигезләмә рәвешендә язарга мөмкин:

$$6CO_2+6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6+6O_2$$

Ләкин углекислый газ һәм су катышканда глюкоза барлыкка килми. Моның өчен НАДФ·Н ның кайтаргыч көче генә җитми, бәлки АТФ энергиясе һәм CO_2 не бәйләүче глюкоза синтезының арадаш этапларында файдаланыла торган кушылма, шулай ук байтак ферментлар — бу процессның биологик катализаторлары да кирәк.

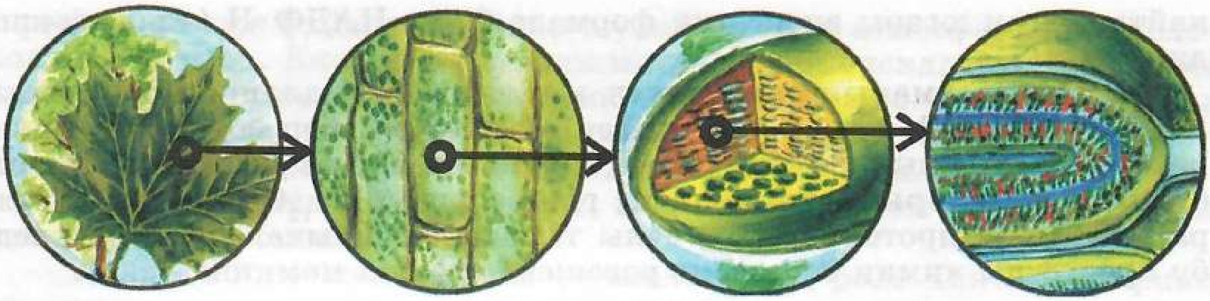
Су фотолизы. Фотосинтез барышында кислород ни рәвешле барлыкка килә соң? Моның асылы шунда ки, яктылык энергиясе шулай ук су молекуласы таркалу, ягъни *фотолиз* өчен дә тотыла. Бу вакытта протоннар (H^+), электроннар (e^-) һәм ирекле кислород (O_2) барлыкка килә:

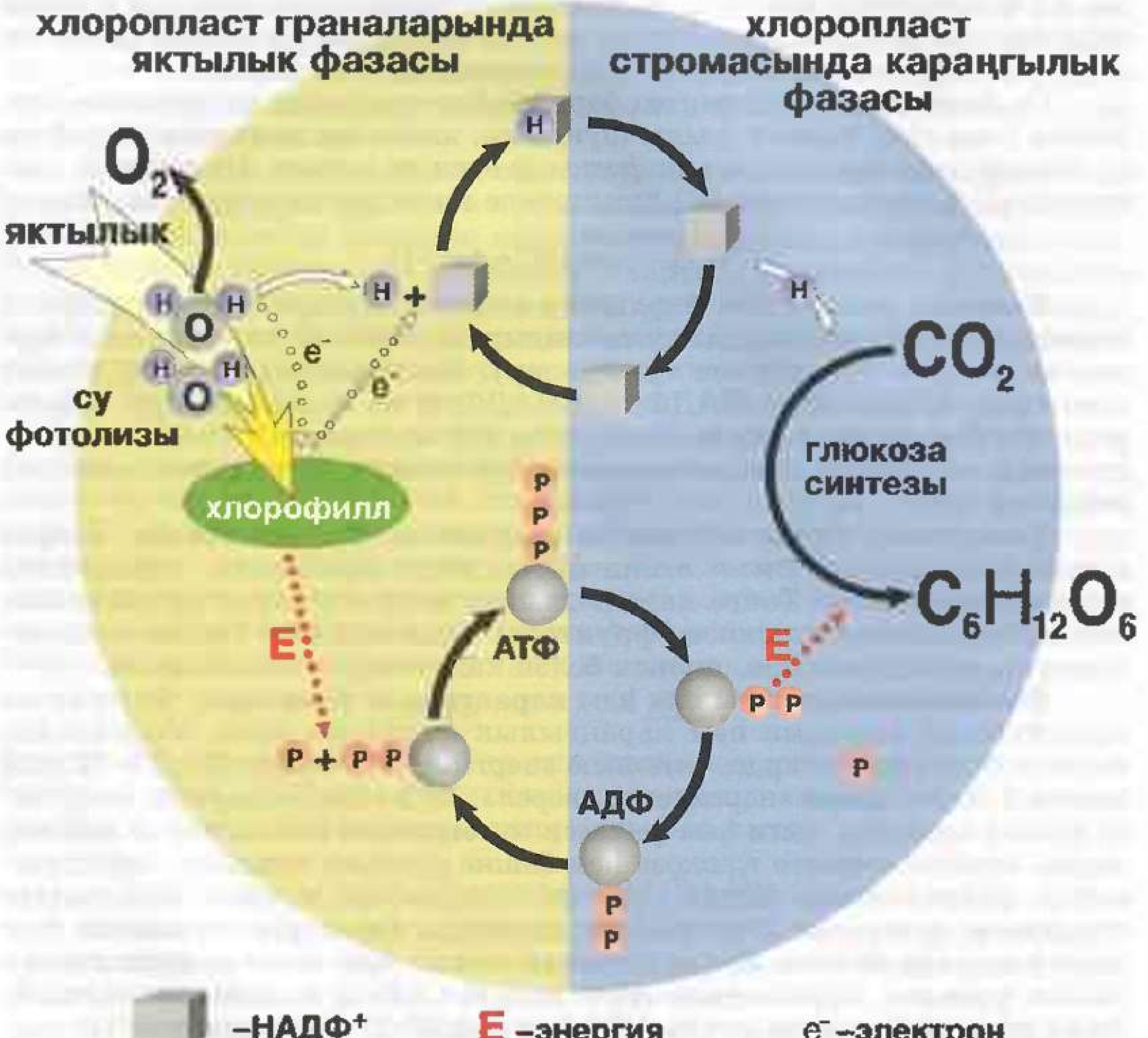
$$2H_2O \xrightarrow{\text{яктылык}} 4H^+ + 4e^- + O_2$$

Фотолиз вакытында барлыкка килгән электроннар хлорофилл тарафыннан югалтылганны тулыландыралар (ягъни хлорофиллда барлыкка килгән «тишек»не тутыралар). Электроннарның бер өлеше протоннар катнашында $НАДФ^+$ ны НАДФ·Н ка кадәр кайтара. Кислород — бу реакциянең иярчен продукты (19 нчы рәсем). Глюкоза фотосинтезының суммар тигезләмәсеннән күренгәнчә, бу вакытта кислород аерылып чыга.

Үсемлекләр Кояш яктылыгы энергиясен файдаланганда, аларга кислород кирәкми. Әмма Кояш яктылыгын алмаганда, үсемлекләр аэробларга әверелә. Төнге караңгылыкта алар кислород куллана һәм көндез тупланган глюкоза, фруктоза, крахмал һәм башка кушылмаларны оксидлаштыра, шуның белән хайваннарга охшап кала.

Фотосинтезның яктылык һәм караңгылык фазалары. Фотосинтез процессында яктылык һәм караңгылык фазалары була. Үсемлекләр яктыда булганда, аларда яктылык энергиясе АТФ һәм НАДФ·Н ның химик бәйләнешләре энергиясенә әверелә. Бу кушылмаларның энергиясе җиңел аерылып чыга һәм үсемлек күзәнәгенең эчендә төрле максатларда, беренче чиратта глюкоза һәм башка органик кушылмалар синтезында файдаланыла. Шуңа күрә фотосинтезның мондый башлангыч стадиясен *яктылык фазасы* дип атыйлар. Спектрында кызыл һәм зәңгәр нурлар булган Кояш яктылыгыннан яки ясалма яктыртудан башка үсемлек күзәнәгендә АТФ һәм НАДФ·Н синтезлана алмый. Әмма үсемлек күзәнәкләрендә АТФ һәм НАДФ·Н молекулалары туплангач, глюкоза синтезы, яктылыктан башка, караңгыда да бара ала. Бу биохимик реакцияләр өчен яктылык кирәк түгел, алар инде биологик «аккумуляторлар»да тупланган яктылык энергиясе белән тәэмин ителгән була. Фотосинтезның бу стадиясен *караңгылык фазасы* дип атыйлар.





19 нчы рәсем. Фотосинтез схемасы

Фотосинтезның барлык реакцияләре хлоропластларда — үсемлек күзәнәгенең цитоплазмасында урнашкан оваль яки түгәрәк ясалмаларда бара (хлоропластлар турында 9 нчы параграфта әйтелде инде). Һәрбер күзәнәктә 40—50 хлоропласт була. Хлоропластларны тыштан ике катлы мембрана чикли, ә эчке ягында юка яссы капчыклар — шулай ук мембрана белән чикләнгән *тилакоидлар* урнашкан. Тилакоидларда хлорофилл, электроннарны күчерүчеләр һәм фотосинтезның яктылык фазасында катнашучы барлык ферментлар, шулай ук АДФ, АТФ, $НАДФ^+$ һәм НАДФ·Н була. Дистәләгән тилакоидлар багана булып урнашканнар, аларны *граналар* дип атыйлар. Граналар арасында — хлоропластлар стромаларында — фотосинтезның яктылык фазасы продуктлары — АТФ һәм НАДФ·Н энергиясе исәбенә углекислый газны глюкозага кадәр кайтаруда катнашучы ферментлар урнаша. Димәк, фотосинтезның тилакоидларда бара торган яктылык фазасы белән тыгыз бәйләнгән караңгылык фазасы реакцияләре стромада бара икән. Фотосинтезның яктылык һәм караңгылык фазалары 19 нчы рәсемдә схема рәвешендә күрсәтелгән.

Хлоропластның үзенең генетик аппараты — ДНК молекулалары була, һәм алар күзәнәк эчендә мөстәкыйль барлыкка килә. Алар моннан 1,5 млрд елдан артык элек ирекле яшәүче микроорганизмнар булганнар һәм үсемлек күзәнәкләренең симбионтларына әверелгәннәр, дип уйлыйлар.

● **1.** Ни өчен без Җирдәге барлык тереклек өчен энергияне иң башлап Кояш бирә дибез?

● **2.** Аңлатып бирегез: ни өчен фотосинтез процессында углекислый газ һәм су файдаланыла, фотосинтезның иярчен продукты, ягъни кислород чыганагы булып нәрсә исәпләнә?

▶ **3.** Фотосинтез һәм Җир йөзендә яшәүче барлык халыкны азык-төлек белән тәэмин итү проблемалары үзара ничек бәйләнгән?

▶ **4.** Ни өчен фотосинтез вакытында яфракка төшкән яктылык энергиясенең 1 % чамасы гына органик кушылмаларда тупланган энергиягә күчә? Калган энергия белән нәрсә була?

▶ **5.** Таблицаны тутырыгыз.

Фотосинтез

Фотосинтез фазалары	Бу фазада уза торган процесслар	Процесс нәтиҗәләре
Яктылык фазасы		
Караңгылык фазасы		

§12. Органик матдәләрнең кислородсыз оксидлашуы исәбенә күзәнәкләрнең энергия белән тәэмин ителүе

Биологик оксидлашу һәм яну. Яктылык энергиясен файдаланырга сәләтсез тере организмнар аны азык белән кергән органик кушылмалар оксидлашудан алырга тиеш.

Органик матдәләр оксидлашканда, ни өчен энергия аерылып чыга соң? Органик кушылмаларның молекулалары составындагы электронның бер өлеше югары энергетик дәрәҗәдә була. Электроннар югары энергияле орбиталардан атомнар яки молекулаларның түбән энергетик дәрәҗәләренә күчкәндә, энергия аерылып чыга.

Электроннарның энергия аерылып чыгу белән уза торган мондый күчешләре күзәнәктә барсын өчен, берничә шарт кирәк.

1. Күзәнәктә югары энергетикалы электроннарын бирергә сәләтле органик кушылмалар булырга тиеш, ягъни күзәнәктә донор электроннар булуы шарт. Электроннарны бирү процессы оксидлашу дип атала. Электронның молекулага яки атомга килеп кушылуын кайтарылу дип атыйлар. Кайтарылган кушылма электроннар акцепторы булып тора.

2. Күзәнәктә электроннарны эләктерергә сәләтле түбән энергетик дәрәҗәле электроннар акцепторы булырга тиеш. Күзәнәктә электроннарның мондый көчле акцепторы булып кислород хезмәт итә, ул, ике электрон (e^-) һәм ике протон (H^+) кушып, суга (H_2O) кадәр кайтарыла. Ләкин инде безгә билгеле НАДФ$^+$ һәм НАД$^+$ та (никотинамидадениндинуклеотид), оксидлашкан формада булганда, электроннарның акцепторлары булып хезмәт итә. Электроннарны кушып, алар НАДФ·Н һәм НАД·Н ка кадәр кайтарыла.

3. Күзәнәктә электроннарны күчерүчеләр һәм энергияне туплау өчен җайланмалар булырга тиеш. Электроннарны күчерүчеләр булып махсус ферментлар тора, ә энергия «аккумуляторлары» — АТФ, шулай ук кайтарылган формада НАД·Н һәм НАДФ·Н.

Күзәнәктә оксидлашучы һәм башлангыч энергия чыганагы булып органик кушылмалар — башлыча азык белән кергән яки запаска тупланган майлар һәм углеводлар хезмәт итә.

Органик матдәләрнең биологик оксидлашуы күп яктан учакта яки мичтә ягулык януга охшаган. Агачны яндырганда, үзагач составындагы целлюлоза молекулалары оксидлаша, югары энергетикалы электроннарын кислородка бирә, җылылык һәм яктылык чаткысы рәвешендә бик көчле энергия аерылып чыга. Ягулык януның ахыргы продуктлары — су парлары һәм углекислый газ (CO_2).

Биологик оксидлашу барышында, органик кушылмалар яна, һәм ахыргы продуктлар булып шулай ук су һәм углекислый газ тора, ләкин яну процессы акрын бара, пешереп ала торган җылылык та юк, һәм бу вакытта яктылык чаткысы да күзәтелми.

Биологик «яну» процессы баскычлап уза, һәм электроннарның энергиясе инде без белгән «аккумуляторлар»да: АТФ, НАД·Н, НАДФ·Н та тупланырга өлгерә. Ләкин электроннар энергиясенең берникадәр өлеше

шулай да җылылык энергиясенә әверелә, ул күзәнәккә зыян китерми, ә яшәү өчен кирәкле температураны саклый. Күзәнәктә органик матдәләрнең тулысынча CO_2 һәм H_2O га кадәр оксидлашуы фәкать кислород катнашында гына бара. Кислородсыз шартларда органик матдәләр өлешчә оксидлаша, ул электроннар акцепторлары катнашында бара, мәсәлән, $НАД^+$ молекулалары катнашында.

Кислородсыз оксидлашу. Гликолиз. Биологик «ягулык»ның төп төрләреннән берсе углеводлар булганлыктан, без биологик оксидлашуны күзәнәкләрдә глюкоза оксидлашу һәм бу вакытта энергия туплану ничек баруын тикшереп өйрәнербез.

Глюкозаның оксидлашуы таркалу белән бара, һәм шуңа күрә мондый процессны *гликолиз* (грекча «гликис» — татлы һәм «лизис» — таркалу) дип әйтү кабул ителгән. Гликолиз — глюкозаның кислородсыз өлешчә оксидлашуы ул, бу вакытта электроннар акцепторы булып $НАД^+$ хезмәт итә, ә глюкозаның тулы оксидлашуы кислород катнашында бара.

Гликолизның беренче этабында глюкозаның алты углеродлы молекуласы — $C_6H_{12}O_6$ пировиноград кислотасының (ПВК) өч углеродлы ике молекуласына — $C_3H_4O_3$ кә таркала. Бу вакытта глюкоза, дүрт водород атомын югалтып, өлешчә генә оксидлаша (чагыштырыгыз: ике молекула ПВК $C_3H_4O_3 \times 2 = C_6H_8O_6$ һәм глюкоза — $C_6H_{12}O_6$). Водород электроннары һәм протоннары исәбенә $НАД^+$ ның ике молекуласы кайтарыла һәм ике НАД·Н ка әверелә, ә глюкозаның югары энергетикалы дәрәҗәдән $НАД^+$ молекулаларының түбән дәрәҗәсенә күчкән электроннары энергиясе исәбенә АДФ һәм фосфат кислотасыннан ике молекула АТФ ясала.

Әгәр күзәнәктә кислород аз булса яки бөтенләй булмаса, глюкозадан барлыкка килгән ике молекула ПВК ике НАД·Н исәбенә сөт кислотасына кадәр кайтарыла:

$$2C_3H_4O_3 + 2НАД \cdot Н + 2H^+ \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 2НАД^+$$

Гликолиз шуның белән тәмамлана. Глюкозаның кислородсыз өлешчә оксидлашуы нәтиҗәсендә, нибарысы ике молекула АТФ барлыкка килә.

Әгәр күзәнәктә кислород булса яки аңа керә башласа, ПВК сөт кислотасына кадәр кайтарылмый, ә бәлки, митохондрияләргә күчеп, анда кислород катнашында CO_2 һәм H_2O га кадәр тулысынча оксидлаша (янгандагы кебек). Аэроб процессның АТФ молекулаларында чагылган энергетик яктан файдасы гликолиздагыга караганда шактый югарырак.

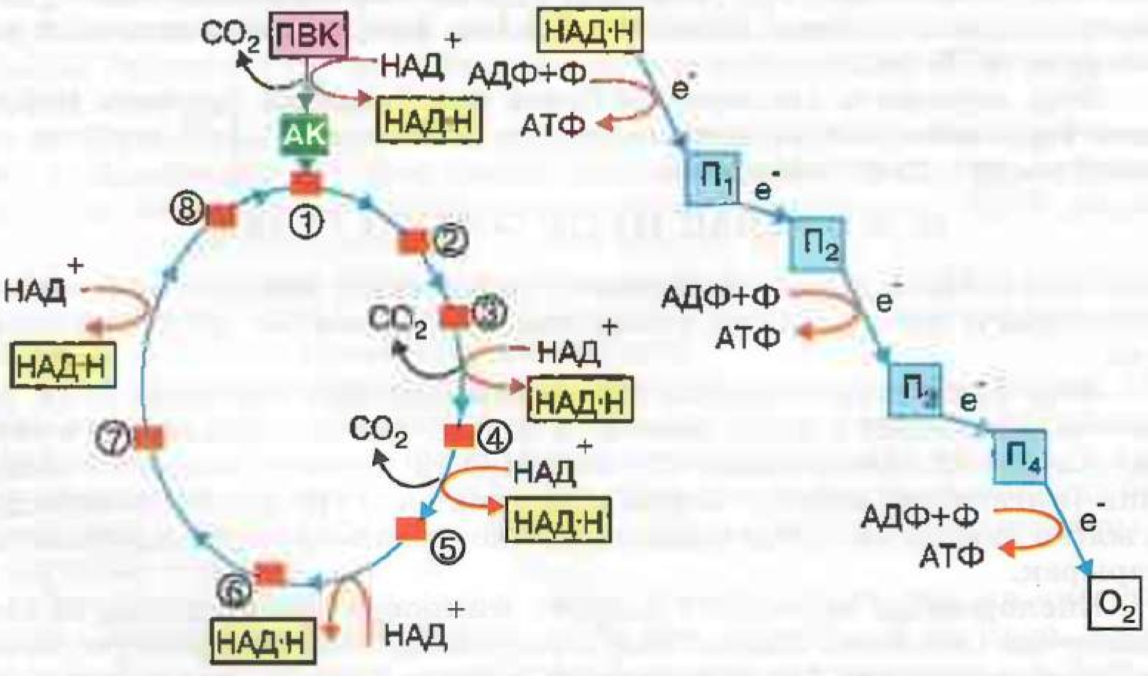
Кислородсыз тирәлектә яшәүче микроорганизмнарның кайбер төрләрендә (мәсәлән, сазлык яки күл ләмендә тирәндә яшәүче метан барлыкка китерүче бактерияләрдә) фәкать анаэроб гликолиз гына күзәтелә. Без берникадәр вакыт кислородсыз тора алабыз, бу вакытта күзәнәкләр энергия белән гликолиз исәбенә тәэмин ителә. Кыска гына арада тиз йөгергәндә, безнең тын кысылырга мөмкин. Бу хәл кислород җитмәгәндә барлыкка килгән сөт кислотасы сулыш үзәген ярсытудан

була, һәм, кан кислородка туенсын, сөт кислотасы оксидлашсын өчен, без ешрак суларга мәҗбүр булабыз.

▶ 1. Яну һәм биологик оксидлашуны чагыштырыгыз.
▶ 2. Гликолиз процессын тасвирлагыз.

§ 13. Кислород катнашында биологик оксидлашу

Кребс циклы. Пировиноград кислотасы оксидлашуның циклик процессын инглиз галиме Ханс Кребс тасвирлаган. Әгәр күзәнәккә кислород керсә, анаэроб процесс — гликолиз — аэроб процесска күчә. Бу очракта пировиноград кислотасы (ПВК) сөт кислотасына кадәр кайтарылмый, ә митохондрияләргә күчә (9 нчы параграфны карагыз) һәм анда серкә кислотасы кушылмасы барлыкка килгәнчегә кадәр оксидлаша. Бу вакытта $НАД^+$ ның бер молекуласы НАД·Н ка кадәр кайтарыла, углеродның бер атомы углекислый газга кадәр оксидлаша (20 нче рәсем). Шулай итеп, ПВКның ($C_3H_4O_3$) өч углеродлы молекуласыннан активлашкан серкә кислотасының ике углеродлы молекуласы барлыкка килә. Серкә кислотасы — $C_2H_4O_2$, ә аның катлаулы төзелешле активлашкан кушылмасы — ацетилкофермент А, яки кыскача ацетил-КоА (лат. «ацетум» — серкә), аны, гадиләштереп, $C_2H_3O—SKoA$ формуласы рәвешендә язарга мөмкин.



20 нче рәсем. Кислород катнашында биологик оксидлашу.
Сулда — Кребс циклы; *уңда* — электроннарның күчү чылбыры. ПВК — пировиноград кислотасы; АК — ацетил-КоА; *1—8* номерлы кызыл квадратлар — Кребс циклында оксидлашучы серкә кислотасы калдыгын күчерүче органик кислоталар; $П_1$ — $П_4$ — чылбырда электроннарны күчерүчеләр

Ацетил-КоА, Кребс циклына кереп, серкә кислотасы калдыгын үзенә бертөрле күчерүче булып хезмәт иткән органик кислота (20 нче рәсемдә бу — *8*) белән кушыла. Ацетил-КоА, үзенең күчерүчесе — *8* белән кушылып, *1* кушылмасын барлыкка китерә, һәм аның составында серкә кислотасының оксидлашуы башлана. Кребс циклының ферментлар конвейеры буйлап күчеп (20 нче рәсемдә ферментлар боҗрада уклар белән күрсәтелгән), серкә кислотасы калдыгы акрынлап тулысынча оксидлаша. Бу вакытта ике молекула CO_2 һәм, $НАД^+$ кайтарылу нәтиҗәсендә, дүрт молекула НАД·Н барлыкка килә, соңгыларында серкә кислотасы калдыгының югары энергетикалы электроннарының энергиясе туплана. Күчерүчеләрнең (алар шулай ук органик кислоталар булып торалар) һәм серкә кислотасы калдыгының үзенең дә, Кребс циклы буйлап узганда, структурасы үзгәрә: *1* кушылмасыннан *2, 3, 4, 5, 6, 7* һәм, ниһаять, серкә кислотасы калдыгын кабат кушарга әзер *8* кушылмасы барлыкка килә (АК). Шул рәвешле, боҗра йомыла.

Кребс циклында бара торган процессларның иң мөһим нәтиҗәсе — энергиягә бай НАД·Н молекулалары барлыкка килү. Аэроб процессның соңгы этабында, төгәлрәк әйткәндә электроннар күчү чылбырында, НАД·Н молекулаларының энергиясе АТФ молекулаларын — энергиянең универсаль «аккумуляторын» — синтезлау өчен хезмәт итә.

Электроннар күчү чылбыры. Оксидлашулы фосфориллау. Бу этапта НАД·Н ның югары энергетикалы электроннары күчерүчеләрнең күпбаскычлы чылбыры буйлап баскычтан түбәнгә төшкән кебек күчәләр. Югары баскычтан түбәнгә күчкәндә, электрон энергиясен югалта, бу энергия АТФта югары энергетикалы бәйләнеш ясау өчен тотыла.

Югарыгы баскычтагы электроннар күчерүче электронны түбәнге баскычтагы электроннарның көчлерәк акцепторына бирергә сәләтле. Күчерүче акцептор, электронны көчлерәк акцепторга биргәндә, донор электронга әверелә. Электронның иң көчле акцепторы — чылбырның азагында урнашкан кислород (20 нче рәсем, *унда*).

НАД·Н ның югары энергетикалы электроны бу чылбырның «баскычлары» буйлап кислородка кадәр узганда, аның энергиясе исәбенә өч молекула АДФ өч АТФка кадәр фосфориллана.

Күчү чылбырыннан килгән дүрт электронның (e^-) һәм сулы тирәлектән килгән дүрт протонның (H^+) кислородка кушылуы нәтиҗәсендә, кислород молекуласы суның ике молекуласы барлыкка килгәнчегә кадәр кайтарыла:

$$O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$$

Глюкозаның CO_2 гә (Кребс циклында) һәм H_2O га (электроннар күчү чылбырында) кадәр тулы оксидлашуы, әгәр глюкоза учак ялкынында янса, бу вакытта аның энергиясе җылылыкка киткәндәге кебек уза. Әмма биологик оксидлашу вакытында, химик энергиянең бер өлеше генә җылылык энергиясенә әверелә. Глюкозаның бер молекуласы оксидлашу исәбенә 38 молекула АТФ барлыкка килә. АТФ күзәнәкләрдә һәм, гомумән, организмда хәрәкәт, матдәләрнең таралуы, нуклеин кислоталары, аксымнар, углеводородлар синтезлануы һәм тагын күп

очраклар (шул исәптән күп АТФ сорый торган акыл хезмәте) өчен энергия таләп ителгәндә файдаланыла.

АДФның АТФ хасил итеп фосфориллавы оксидлашу һәм кислород тотылу белән бара. Шуңа күрә бу процесс *оксидлашулы фосфориллау* дип атала.

Күзәнәкләрдә глюкоза гына түгел, башка шикәрләр дә (фруктоза, галактоза), майлар һәм аминокислоталар да оксидлашуга дучар ителә. Күпчелек очракларда күп санлы ферментлы әверелешләр нәтиҗәсендә бу кушылмалардан Кребс циклына керә торган ацетил-КоА яки органик кислоталар барлыкка килә (20 нче рәсем, *сулда*, ПВК һәм *4*).

Шулай итеп, пировиноград һәм башка кайбер органик кислоталарның оксидлашуы НАД·Н барлыкка килүгә китерә. Энергиягә бай НАД·Н электроннары күчү чылбырына керәләр һәм азакны акцепторга — кислородка бару юлында үз энергияләрен АТФ синтезлау өчен бирәләр. Кребс циклы электроннар күчү чылбыры белән бергә энергия «казаны» сыйфатын үти, биредә төрле азык матдәләре яна: Кребс циклында алар үз энергияләрен НАД·Н ка бирәләр, ә электроннар күчү чылбырында НАД·Н оксидлашу исәбенә АТФ барлыкка килә.

Митохондрияләр — күзәнәкнең энергетик станцияләре. Митохондрияләр турында кыскача 9 нчы параграфта язылган иде. Исегезгә төшерәбез: бу органоидлар барлык аэроб эукариотик (ягъни төшле) күзәнәкләрдә — бер күзәнәкле һәм күп күзәнәкле хайван һәм үсемлек организмнарында бар (11 нче параграфта әйтеп үтелгәнчә, караңгыда үсемлекләр үзләрен аэроб организмнар кебек тоталар). Митохондрияләрнең эчке мембранасы күп санлы җыерчыклар — *кристалар* барлыкка китерә. Кристалар арасында аксымлы үзле масса — *матрикс* була. Матрикста — Кребс циклының барлык ферментлары, ә эчке мембранада электроннар күчү чылбыры урнаша. Күзәнәкләрнең төрле типларында, үсешнең төрле этапларында һәрбер күзәнәктә берничә дистәдән алып меңәрләгән митохондрия булырга мөмкин. Митохондрияләрнең ДНКның боҗра рәвешендәге молекулаларыннан торган үз генетик аппараты була.

Митохондрияләрнең моннан миллиард елдан артык элек мөстәкыйль микроорганизмнар булулары расланды дип исәпләргә мөмкин. Бу аэроб прокариотик микроорганизмнар анаэроб эукариотик күзәнәкләргә үтеп кергәннәр, һәм нәтиҗәдә үзара файдалы симбиоз барлыкка килгән. Күп миллион еллар буена бактерияләр геномының бер өлеше митохондриядән төш ДНКсына күчкән, һәм митохондрияләр хуҗа-күзәнәккә (хуҗа-күзәнәк митохондриягә) бәйле булган. Митохондриаль рибосомалар, транспорт РНКсы (тРНК) һәм митохондрия ферментлары төзелеше (структурасы) һәм үзлекләре белән бактерияләрнекенә охшаш һәм хуҗа-күзәнәк цитоплазмасындагы функцияләре буенча охшаш структуралардан аерылалар.

- 1. Кребс циклындагы ферментлар конвейерының роле нинди?
- 2. Кребс циклының асылы нәрсәдә?
- 3. Оксидлашулы фосфориллау нәрсә ул?
- 4. Глюкоза тулы оксидлашкандагы энергетик эффект нинди?

IV бүлек. НӘСЕЛДӘНЛЕК ИНФОРМАЦИЯСЕ ҺӘМ АНЫҢ КҮЗӘНӘКТӘ ГАМӘЛГӘ АШУЫ

Организмнар киләчәк буыннарга үзләренең билгеләрен һәм үзенчәлекләрен бирергә, ягъни үзләренә охшаш организмнарны тудырырга сәләтле. Билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү күренеше *нәселдәнлек информациясенең* буыннан-буынга күчә килүенә нигезләнгән. Бу информациянең материаль нигезе ДНК молекуласында.

Нәселдәнлек информациясен күзәнәкләрнең бер буыныннан икенче буынына, организмнарның бер буыныннан икенчесенә тапшыруны ДНКның кайбер төп (фундаменталь) үзлекләре тәэмин итә. ДНК күзәнәкләрнең һәр буынында икеләтә арта һәм бик озак үзгәрешсез кабатлана ала. Нәселдәнлек информациясенең чагыштырмача сирәк үзгәрешләре дә кабатланырга һәм буыннан-буынга күчәргә мөмкин.

§14. Генетик информация. ДНКның икеләтә артуы

Барлык тереклек ияләренең күзәнәк төзелешендәге охшашлык һәм аларда бара торган процессларның бердәйлеге — тереклекнең иң гаҗәеп үзенчәлекләреннән берсе (7 нче параграфны карагыз). Ләкин аларның аерымлыклары да бик күп. Хәтта бер төргә караган затлар да морфологик, физиологик, биохимик үзлекләре һәм билгеләре белән бер-берсеннән аерылып торалар.

Хәзерге заман биологиясе күрсәткәнчә, организмнарның охшашлыгы һәм аерымлыгы үзенең нигезе белән ахыр чиктә аксымнар җыелмасына барып тоташа. Организмнар систематик яктан бер-берсенә никадәр якын торсалар, аларның аксымнары да шулкадәр үк охшашрак була.

Бер үк функцияне үтәүче кайбер аксымнарның төзелеше төрле төрләрнең күзәнәкләрендәге генә түгел, хәтта ерак группада торганнарының да охшаш булырга мөмкин. Мәсәлән, канда шикәр микъдарын көйләүче инсулин (ашказаны асты бизе гормоны), эттә дә, кешедә дә төзелеше белән охшашлар. Ләкин күпчелек аксымнар, функцияләре бер үк төрле булса да, төзелешләре белән бер үк төр затларында да азмы-күпме аерылып торалар. Кешедә кан группалары аксымнары — моның ачык мисалы. Аксымнарның шундый төрлелеге һәр организмның үзенә генә хас үзенчәлеге белән бәйләнгән.

Белгәнегезчә, эритроцитларда (диск формасындагы кызыл кан күзәнәкләрендә) гемоглобин дигән аксым бар. Ул тәннең һәр күзәнәгенә кислород илтә. Бу — катлаулы аксым. Аның һәр молекуласы дүрт полипептид чылбырдан тора. Нәселдән килә торган җитди авыру белән интегүче кешеләрдә эритроцитлар, гадәттә, диск формасында түгел, ә бәлки уракка охшаган була. Күзәнәк формасы үзгәрүнең сәбәбе — авыру кешедә гемоглобинның беренчел структурасы сәламәт кешенекеннән аерылып торуында. Бу аерымлык нидән гыйбарәт соң? Нормаль гемоглобинның дүрт чылбырының икесендә алтынчы урында глутамин кислотасы урнашкан була. Ураксыман күзәнәкле анемиядә ул валин

НИКОЛАЙ КОНСТАНТИНОВИЧ КОЛЬЦОВ (1872–1940) — ватаныбызның танылган зоологы, цитологы, генетигы. Биологиядә экспериментлар методы белән тикшеренүләрне башлап җибәрүче. Хромосомаларның матрицалы репродукциясе теориясен беренче булып әйтүче. Эксперименталь биология институтына нигез салучы. Бөтенсоюз эксперименталь медицина институтын (соңрак шуның нигезендә Медицина фәннәре академиясе итеп үзгәртеп төзелде) ачуда башлап йөрүче.

дигән аминокислотага алмашына. Гемоглобин составына кергән 574 аминокислотаның икесе генә (ике чылбырда берәр) алмашына. Әмма бу — аксымның өченчел һәм дүртенчел структуралары нык үзгәрүгә китерә, һәм, шуның нәтиҗәсе булып, эритроцитның формасы үзгәрә, функциясе бозыла. Ураксыман эритроцитлар үз хезмәтен — кислород күчерүне начар башкаралар.

ДНК — аксымнарны синтезлау өчен матрица. Сәламәт кешенең эритроцитларында аминокислоталарның урнашуында һичбер ялгышусыз миллионлаган охшаш гемоглобин молекулалары ничек барлыкка килә соң? Ә ни өчен ураксыман күзәнәкле анемия белән авыручылар эритроцитларында барлык гемоглобин молекулаларының бер үк урынында шул ук ялгышлык кабатлана?

Бу сорауларга җавап бирү өчен, китап басу эшен тикшереп карыйк. Сез укый торган бу китапның тиражы — *n* экземпляр. Барлык *n* санынча китап бер үрнәктән — типография матрицасыннан басылган, шуңа күрә алар барысы да бертөрле. Әгәр матрицага бер хата кергән булса, ул барлык экземплярда кабатланыр иде. Тере организм күзәнәкләрендә матрица ролен ДНК башкара. Һәрбер күзәнәкнең ДНКсы күзәнәкнең формасын (эритроцитны исегезгә төшерегез) билгеләүче структур аксымнар турындагы информацияне генә түгел, ә бәлки барлык аксым-ферментлар, аксым-гормоннар һәм башка аксымнар турында информацияне дә йөртә.

Күзәнәктә углеводлар һәм липидлар катлаулы химик реакцияләр нәтиҗәсендә барлыкка килә, аларның һәрберсе үз аксым-ферменты белән катализлана. Ферментлар турында информацияле ДНК башка органик кушылмалар структурасын да программалаштыра, шулай ук аларның синтез һәм таркалу процесслары белән идарә итә.

ДНК молекулалары барлык аксымнарның синтезлануы өчен матрица булып торганлыктан, аларда күзәнәкләрнең структурасы һәм эшчәнлеге, һәр күзәнәкнең һәм бербөтен организмның барлык билгеләре турында информация салынган.

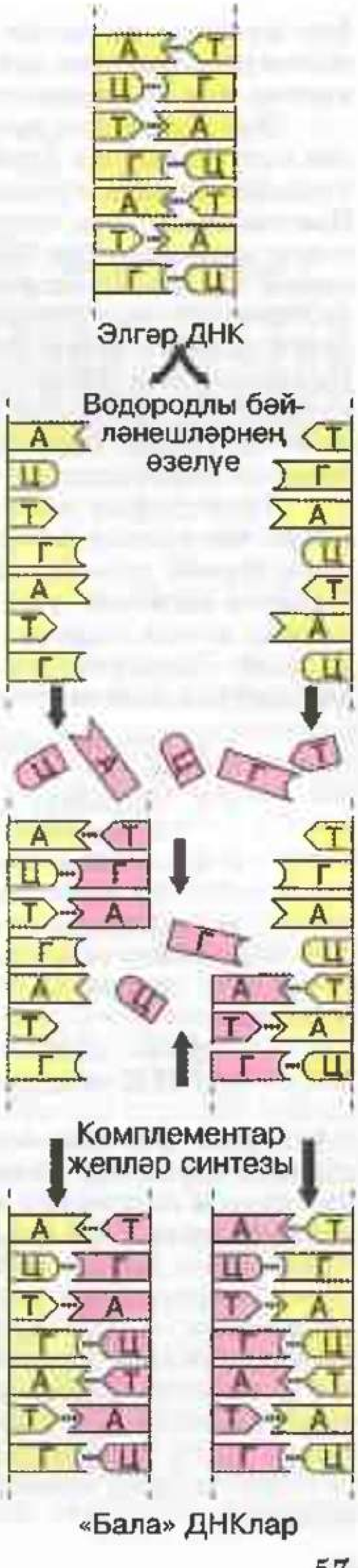
Һәрбер аксым бер яки берничә полипептид чылбырдан гыйбарәт. ДНК молекуласында бер полипептид чылбырның, ягъни күпчелек

очракта бер аксымның синтезы өчен матрица булып хезмәт итә торган өземтәсе *ген* дип атала. ДНКның һәр молекуласы күпләгән төрле геннар йөртә. ДНК молекулаларына салынган барлык информацияне *генетик* информация дип, ә күзәнәкнең барлык ДНКлар тупланмасын *геном* дип атыйлар. Генетик информациянең молекула дәрәҗәсендә язылуы һәм аксымнарның синтезы матрица принцибы буенча баруы турындагы фикерне беренче тапкыр XX гасырның 20 нче елларында Н.К.Кольцов язып чыкты.

ДНКның икеләтә артуы. ДНК молекуласы башка бер молекулада булмаган искиткеч үзлеккә — икеләтә арту сәләтенә ия. Икеләтә арту процессының асылы нәрсәдә соң? Хәтерегездәдер, ДНКның икеле спирале комплементарлык принцибы буенча төзелгән (7 нче рәсемне карагыз). ДНК молекулаларының икеләтә артуы нигезендә дә шушы ук принцип ята. ДНК җепләрен тоташтыручы водородлы бәйләнешләр махсус ферментлар ярдәмендә өзеләләр, җепләр бер-берсеннән аерылып китәләр, һәм бу җепләрнең һәркайсының һәрбер нуклеотидына комплементар нуклеотидлар килеп тезеләләр. Башлангыч (элгәр) ДНК молекуласының аерылып китүче җепләре матрица булып хезмәт итә — алар яңа синтезланучы чылбырда нуклеотидларның урнашу тәртибен билгелиләр. Катлаулы ферментлар җыелмасының эшчәнлеге нәтиҗәсендә нуклеотидлар бер-берсе белән тоташалар. Шулчакта аерылып киткән һәр чылбырга комплементар яңа ДНК җепләре барлыкка килә (21 нче рәсем). Шулай итеп, икеләтә арту нәтиҗәсендә, ике икеле ДНК спирале («бала» молекулалар) ясала, аларның һәркайсында бер җеп элгәр молекуладан алына, һәм бер җеп яңадан синтезлана.

ДНКның ДНК-полимераза ферментлары тарафыннан башкарыла торган матрицалы синтез процессы *репликация* дип атала.

«Бала» ДНК молекулалары элгәр молекуладан берни белән дә аерылмый. Күзәнәк бүленгәндә, «бала» ДНК молекулалары ике «бала» күзәнәккә аерылып урнаша, аларның



21 нче рәсем. ДНКның икеләтә арту схемасы

һәр икесенә дә әлгәр күзәнәктәге информация күчә. Геннар ДНК молекулаларының үземтәләре булганлыктан, бүленгәндә барлыкка килгән ике күзәнәкнең дә геннары бер үк төрле була.

Күп күзәнәкле организмның һәрбер күзәнәге бер яралгы күзәнәктән күп тапкырлар бүленү нәтиҗәсендә барлыкка килә, шуңа күрә организмның барлык күзәнәкләрендә дә геннар җыелмасы бер үк төрле була. Яралгы күзәнәкнең генында очраклы гына килеп чыккан ялгышу үзеннән соңгы миллионлаган буын геннарында кабатланачак. Менә ни өчен урак-сыман күзәнәкле анемия белән авыручының барлык эритроцитлары бер үк төрле «бозык» гемоглобинлы була икән. Анемия белән авыручы балаларга «бозык» геннар ата-аналарыннан җенес күзәнәкләре аша күчәләр. Күзәнәкләрнең ДНКсына салынган информация (генетик информация) күзәнәктән күзәнәккә генә күчеп калмый, ә бәлки ата-анадан балага да күчә. (Болар турында тулырак итеп VII бүлектә сөйләнәчәк.) *Ген — генетик информациянең, яки нәселдәнлек информациясенең берәмлеге.*

Типография матрицасына карап кына, аннан начар яки яхшы китап чыгачагын алдан әйтеп булмый. Генетик информация белән дә нәкъ шулай ук — бу информация нигезендә аксымнар төзелмичә һәм бербөтен организм үсеп җитмичә, яшь буынның нәселдән нинди геннар алуын, ягъни генетик информациянең сыйфаты турында алдан әйтеп булмый. Организмның югары яшәүчәнлек сәләте генетик информациянең сыйфат күрсәткече булып тора.

▶ 1. Организмнарның шәхси аерымлыкларын нинди матдәләр билгеләи?

▶ 2. Чылбырда бер аминокислотаның алмашынуы аксым функциясендә чагылыш табамы?

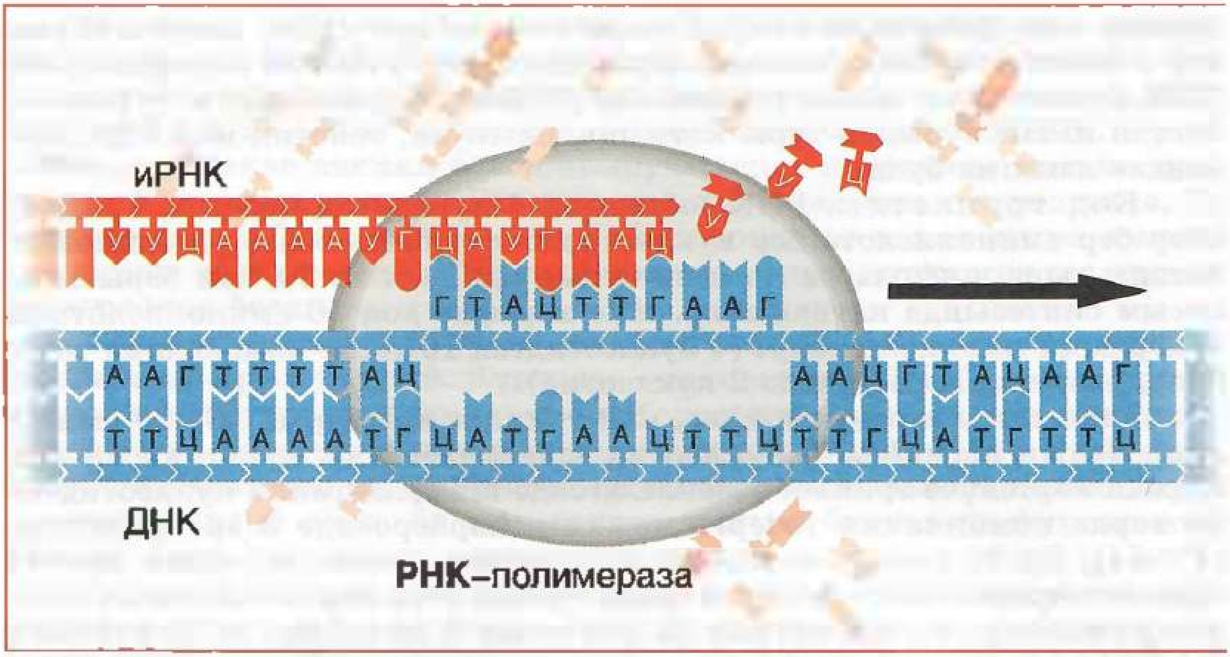
▶ 3. «ДНК молекулалары — аксымнар синтезы өчен матрица» дигәнне сез ничек аңлыйсыз?

● 4. ДНКның икеләтә артуы нигезендә нинди принцип ята?

▶ 5. Бер үк организмның бавыр һәм нерв күзәнәкләрендә генетик информация бертөрлеме?

§15. ДНК матрицасы буенча информацион РНК ясалу. Генетик код

Транскрипция. Аксымнар синтезлану урыны булган рибосомаларга күзәнәк төшеннән информация йөртүче арадашчы килә. Ул төш тышчасындагы тишемнәр аша үтәргә сәләтле. Мондый арадашчы булып информацион РНК (иРНК) исәпләнә. Информацион РНК — ДНК молекуласының сыңар җебенә комплементар, бер чылбырлы молекула (5 нче параграфны карагыз). Махсус фермент — информацион РНК-полимераза,— ДНК буйлап хәрәкәтләнеп, комплементарлык принцибы буенча, нуклеотидларны эләктерә бара һәм аларны бер чылбырга тезә (22 нче рәсем). Информацион РНК ясалу процессы *транскрипция* (лат. «транскрипцио» — күчереп язу) дип атала. Әгәр ДНК чылбырында тимин торса, полимераза иРНК чылбырына — аденинны, гуанин торса — цитозинны, аденин торса, урацилны ялгый (РНК составына тимин керми).



22 нче рәсем. ДНК матрицасы буенча иРНК ясалу схемасы

Информацион РНКның һәр молекуласы ДНКдан йөзләрчә тапкыр кыскарак. Информацион РНК — ДНКның тулы бер молекуласының күчерелмәсе түгел, бәлки бер функция өчен җаваплы аксымнарның структурасы турындагы информацияне йөртүче бер өлешенең, бер генның яки янәшә ятучы геннар төркеменең генә күчерелмәсе. Прокариотларда геннарның мондый төркеме *оперон* дип атала. (Геннарның оперонга ничек берләшүе һәм транскрипцияне идарә итү ничек куелуы турында сез 17 нче параграфтан укырсыз.)

Геннар төркеменең һәркайсының бер очында РНК-полимераза өчен үзенә бертөрле тукталыш мәйданчыгы була, бу *промотор* дип атала. Ул ДНК нуклеотидларының үзенә бертөрле эзлеклелеге, аны фермент химик якынлыгы буенча «таный». Промоторга килеп ялгангач кына, РНК-полимераза иРНК синтезын башларга сәләтле. Геннар төркеменең икенче очында фермент язылуның тәмамлануы турында сигнал (нуклеотидларның билгеле бер эзлеклелеге рәвешендә) ала. Әзер иРНК ДНКдан аерылып китә, төштән чыгып, күзәнәк цитоплазмасында урнашкан рибосомаларга — аксымнар синтезлану урынына юнәлә.

Күзәнәктә генетик информация транскрипция аркасында ДНКдан аксымга бирелә:

ДНК → иРНК → аксым

Генетик код һәм аның үзлекләре. ДНК һәм иРНКдагы генетик информация молекулаларда нуклеотидларның урнашу эзлеклелегенә салынган. Информацион РНК аксымнарның беренчел структурасын, ягъни аларда аминокислоталарның урнашу эзлеклелеген ни рәвешле кодлаштыра (шифрлый) соң? Кодның асылы шуннан гыйбарәт: иРНКдагы нуклеотидларның урнашу эзлеклелеге аксымнарда аминокислоталарның

урнашу эзлеклелеген билгели. Бу *генетик код* дип атала, аның шифрын ачу — фәннең иң бөек казанышларыннан берсе. Генетик информацияне ДНК йөртә, ләкин аксым синтезында ДНКның бер җебенең күчерелмәсе булган иРНК турыдан-туры катнашканлыктан, генетик код РНК «телендә» язылган була.

Код триплетлы. РНК составына 4 нуклеотид керә: **А, Г, Ц, У.** Әгәр бер аминокислота бер нуклеотид белән билгеләнсә, 4 аминокислотаны гына шифрларга мөмкин булыр иде, ә алар 20, һәм барысы да аксым синтезында катнашалар. Ике хәрефле код 16 аминокислотаны шифрларга мөмкинлек бирә (4 нуклеотидтан 16 төрле комбинация төзеп була, аларның һәрберсендә 2 нуклеотид).

Табигатьтә исә өч хәрефле, яки триплет код очрый. Бу 20 аминокислотаның һәркайсы 3 нуклеотид эзлеклелегендә, ягъни *кодон* дип аталып йөртелүче триплет эзлеклелегендә шифрланган. 4 нуклеотидтан 64 төрле комбинация төзергә мөмкин, һәрберсендә 3 әр нуклеотид ($4^3=64$). Бу 20 аминокислотаны кодлаштыру өчен бик җитә, һәм 44 триплет артык кебек. Ләкин алай түгел. Һәрбер аминокислота диярлек бердән артыграк (2 дән алып 6 га кадәр) кодон белән шифрлана. Моны генетик код таблицасыннан күрәбез.

Генетик код таблицасы

Аминокислота	Кодлаучы триплетлар — кодоннар					
Аланин	ГЦУ	ГЦЦ	ГЦА	ГЦГ		
Аргинин	ЦГУ	ЦГЦ	ЦГА	ЦГГ	АГА	АГГ
Аспарагин	ААУ	ААЦ				
Аспарагин кислотасы	ГАУ	ГАЦ				
Валин	ГУУ	ГУЦ	ГУА	ГУГ		
Гистидин	ЦАУ	ЦАЦ				
Глицин	ГГУ	ГГЦ	ГГА	ГГГ		
Глутамин	ЦАА	ЦАГ				
Глутамин кислотасы	ГАА	ГАГ				
Изолейцин	АУУ	АУЦ	АУА			
Лейцин	ЦУУ	ЦУЦ	ЦУА	ЦУГ	УУА	УУГ
Лизин	ААА	ААГ				
Метионин	АУГ					
Пролин	ЦЦУ	ЦЦЦ	ЦЦА	ЦЦГ		
Серин	УЦУ	УЦЦ	УЦА	УЦГ	АГУ	АГЦ
Тирозин	УАУ	УАЦ				
Треонин	АЦУ	АЦЦ	АЦА	АЦГ		
Триптофан	УГГ					
Фенилаланин	УУУ	УУЦ				
Цистеин	УГУ	УГЦ				
Тыныш билгеләре	УГА	УАГ	УАА			

Кодның мәгънәсе бердәнбер. Һәрбер кодон бер генә аминокислотаны шифрлый. Барлык сәламәт кешеләрдә гемоглобинның бер чылбыры турындагы информацияне йөртүче генда алтынчы урында торучы **ГАА** яки **ГАГ** кодоны глутамин кислотасын кодлый. Ураксыман күзәнәкле анемия белән авыручыларда кодондагы икенче нуклеотид **У** га алмашынган. Генетик код таблицасыннан күренгәнчә, бу очракта хасил булган **ГУА** яки **ГУГ** кодоннары валин дигән аминокислотаны кодка салалар. Мондый алмашынуның нәтиҗәсен сез алдагы параграфтан белдегез.

Геннар арасында тыныш билгеләре бар. Һәрбер ген бер аксым чылбырын кодлый. Күпчелек очракларда иРНК берничә генның күчерелмәсе булганлыктан, алар бер-берсеннән аерылып торырга тиеш. Шуңа күрә генетик кодта махсус өч кодон (**УАА, УАГ, УГА**) бар, аларның һәркайсы бер полипептид чылбыр синтезының тәгәлләнүен күрсәтә. Шулай итеп, бу триплетлар тыныш билгеләре функциясен үтиләр. Алар һәр генның азагында торалар.

Генның эчендә тыныш билгеләре юк. Генетик код тел кагыйдәләренә охшаш булганлыктан, аның бу үзлеген триплетлардан торган фраза мисалында тикшерик:

күр әле ике зур сал ага

Бу фразада тыныш билгеләре куелмаса да, аның мәгънәсе аңлашыла. Әгәр беренче сүздән беренче хәрефне (гендагы бер нуклеотидны) төшереп калдырсак, ә укуын өчәр хәрефләп укысак, мәгънәсе югала:

үрә леи кез урс ала га

Геннан бер яки ике нуклеотид төшсә дә шундый ук хәл. «Бозык» геннан исәпләнә башлаган аксымның нормаль геннан исәпләнә башлаган аксым белән бер уртаклыгы да булмаячак. Шуңа күрә ДНК чылбыры төгәл билгеләнгән геннан башлана.

Код универсаль. Код — Җир йөзендәге барлык тереклек ияләре өчен бер. Бактерияләрдә һәм гөмбәләрдә, кыяклыларда һәм мүкләрдә, кырмыска һәм бакада, алабуга балыгында һәм баба кошта, ат һәм кешедә бер үк триплетлар бер үк аминокислоталарны кодка салалар.

● 1. Информацион РНК синтезы процессының нигезендә нинди принцип ята?

● 2. Генетик код дип нәрсә атала? Генетик кодның төп үзлекләрен санап чыгыгыз.

▶ 3. Ни өчен аксым синтезының турыдан-туры ДНК матрицасы буенча түгел, ә бәлки иРНК буенча узуын аңлатып бирегез.

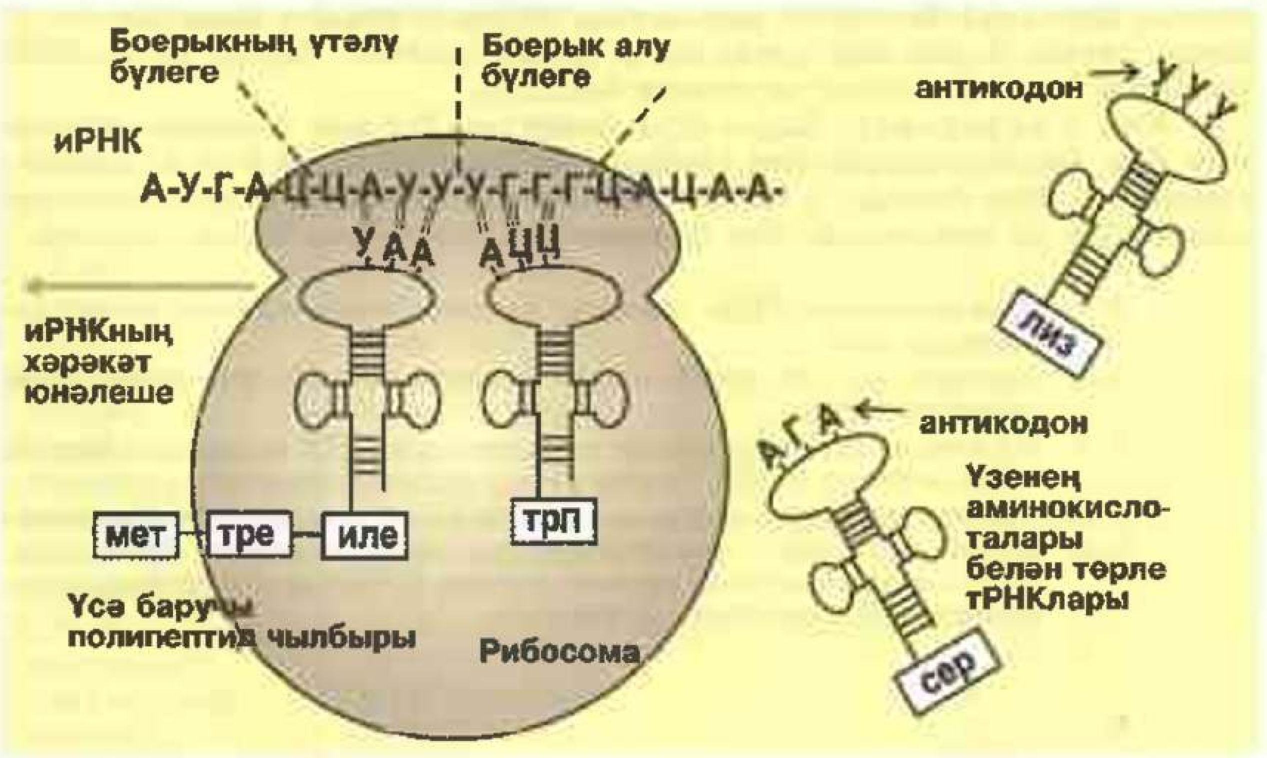
▶ 4. Генетик код таблицасыннан файдаланып, аксымда аминокислоталар: — аргинин — триптофан — тирозин — гистидин — фенилаланин — эзлеклелегендә урнашканлыгы турындагы информацияне йөртүче ДНК өземтәсен сурәтләгез.

§16. Аксымнар биосинтезы

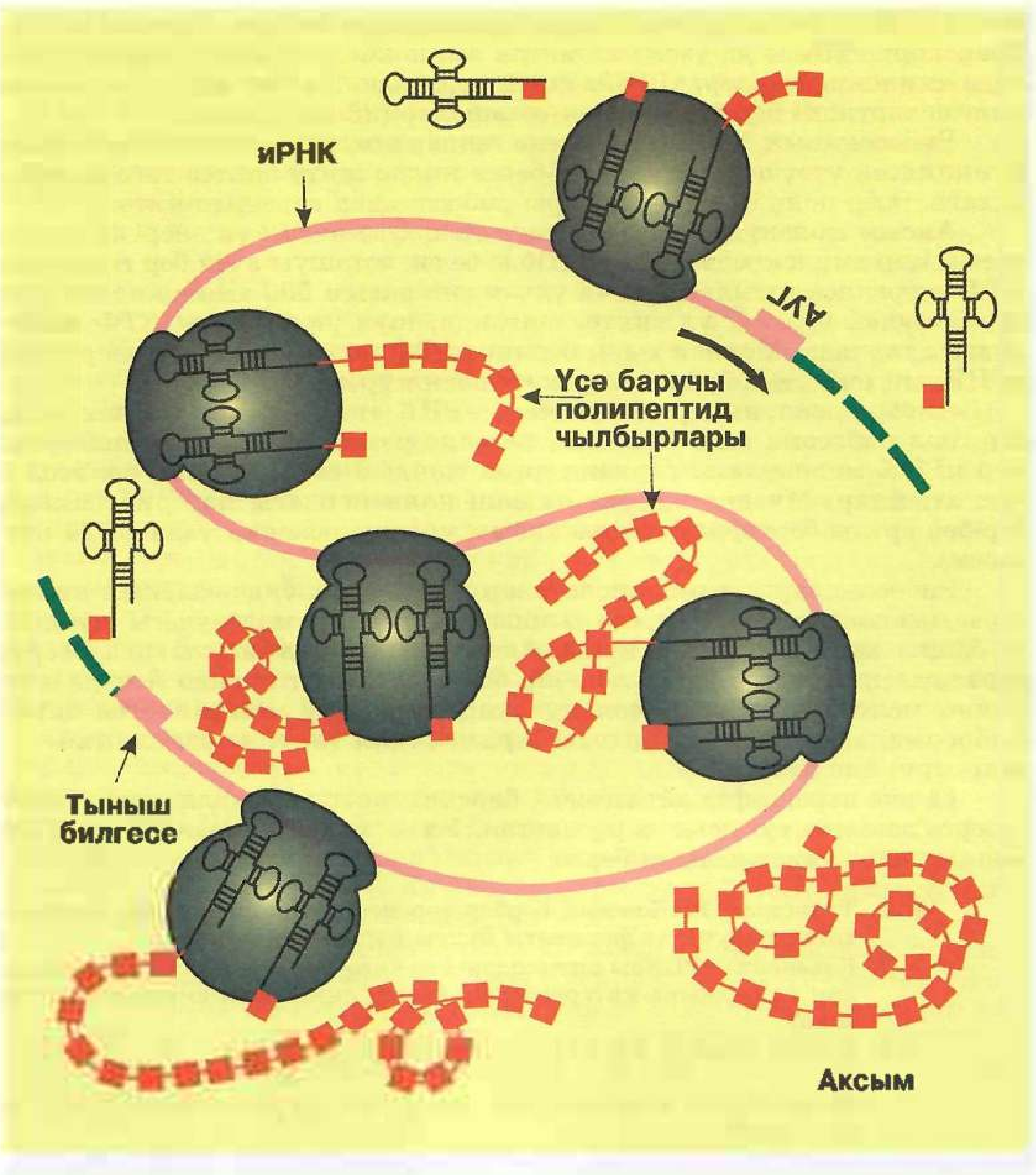
15 нче параграфтан укып белгәнегезчә, аксым молекулаларының беренчел структурасы турындагы мәгълүматларны йөртүче информацион РНК күзәнәкнең төшендә синтезлана. Төш тышчаларындагы тишемнәр аша үтеп, иРНК рибосомаларга юнәлә, анда генетик информациянең шифрын ачу, ягъни нуклеотидлар «теленнән» аминокислоталар «теленә» күчү процессы бара.

Аксымнар синтезы өчен кирәкле аминокислоталар рибосомаларга махсус *транспорт* РНКлары (тРНКсы) ярдәмендә китерелә. Болар — 70—90 нуклеотидтан торган зур булмаган молекулалар. Алар формалары белән тукранбаш яфрагын хәтерләтүче структуралар ясап бөгәрләнергә сәләтле. Күзәнәктә аминокислоталарны шифрлаучы ничә тип кодон булса, шулкадәр үк типта тРНКлары була. Һәрбер тРНКсы «яфрагы»ның очында иРНКдагы кодон нуклеотидларына комплементар өч нуклеотид эзлекле урнаша. Транспорт РНКсы структурасында нуклеотидларның мондый эзлеклелеге *антикодон* дип атала. Махсус фермент антикодонны «таный» һәм тРНКсы «яфрагының сабы»на теләсә нинди аминокислотаны түгел, бәлки «үзенекен» китереп ялгый. Бу синтезның *беренче этабы* була.

Аминокислота аксымның полипептид чылбырына керсен өчен, ул тРНКсыннан аерылырга тиеш. Синтезның *икенче этабында* тРНКсы нуклеотидлар «теленнән» аминокислоталар «теленә» күчерү функциясен үти. Бу рибосомаларда уза. Анда ике участок була: берсендә



23 нче рәсем. Аксым биосинтезы схемасы



24 нче рәсем. Полисомада аксымнар синтезы

тРНКсы иРНКдан боерык ала — антикодон кодонны «таный», икенчесендә — боерык үтәлә — аминокислота тРНКсыннан аерыла.

Аксым синтезының *өченче этабы* шуннан гыйбарәт: синтетаза ферменты тРНКсыннан аерылган аминокислотаны үсә баручы полипептид чылбырына китереп ялгый. Информацион РНК рибосома буйлап өзлексез шуышып тора, һәрбер кодон башта беренче бүлеккә эләгә, анда

аны тРНКсы антикодоны «таный», соңыннан икенче бүлеккә әләгә. Транспорт РНКсы да үзенә ялганган аминокислота белән бирегә күчә, анда аминокислоталар, тРНКсыннан аерылып, бер-бер артлы кодоннар килгән тәртиптә бер-берсе белән тоташалар (23 нче рәсем).

Рибосоманың беренче бүлегенә геннар арасында тыныш билгеләре функциясен үтәүче өч кодонның берсе килеп җитү синтез тәгәлләнүне аңлата. Әзер полипептид чылбыры рибосомадан аерылып китә.

Аксым молекуласы синтезлану процессы өчен күп энергия таләп ителә. Һәр аминокислотаның тРНКсы белән тоташуы өчен бер молекула АТФ энергиясе тотыла. Уртача үлчәмдәге аксым 500 аминокислотадан тора, шулай булгач, ул синтезланганда, шул ук сандагы АТФ молекуласы таркала. Моннан тыш, берничә АТФ молекуласының энергиясе иРНКның рибосома буйлап хәрәкәте өчен кирәк.

Аксым ясалуны арттыру өчен, иРНК еш кына бер үк вакытта, бер генә рибосома аша узмыйча, эзлекле рәвештә берничәсе аша уза. Бер иРНК молекуласы берләштергән мондый структураны *полисома* дип атыйлар. Муенса җебенә охшаш конвейердагы һәр рибосомада бер-бер артлы бертөрле берничә аксым молекуласы синтезлана (24 нче рәсем).

Рибосомаларга аминокислоталар тРНК ярдәмендә өзлексез килеп тора. Аминокислотаның берсен тапшырып, тРНКсы молекуласы шундый ук башка аминокислотаны куша. Аксым ясалу «комбинаты»нда югары дәрәҗәдә көйләнгән эш бүленеше берничә минут эчендә йөзәрләгән аминокислотадан торган молекулалар синтезлау мөмкинлеген бирә. Рибосомаларда аксым синтезы *трансляция* (лат. «трансляцио» — тапшыру) дип атала.

14 нче параграфта әйтелгәнчә, биосинтезның матрицалы принцибы хәзерге вакытта тулысынча расланган. Ул — хәзерге заман фәненең иң мөһим положениеләреннән берсе.

▶ 1. Транспорт РНКсының һәрбер төренең аминокислотаны китереп тоташтыручы үз ферменты булуы нәрсә өчен кирәк?

▶ 2. Күзәнәктә тРНКсы антикодоны нуклеотидларының берсе үзгәрде дип күз алдына китерегез. Бу аксым синтезына нинди йогынты ясар?

▶ 3. Информацион РНКда нуклеотидларның — А — У — Г — Ц — У — У — У — У — А — Г — У — У — А — Г — А — Г — У — Г — эзлеклелеге белән аминокислоталарның нинди эзлеклелеге шифрга салынган?

§17. Транскрипция һәм трансляциянең регуляциясе

Бер үк организмның төрле тукымаларының күзәнәкләре үзендәге ферментлар җыелмасы һәм башка аксымнары белән аерыла. Мәсәлән, крахмалны таркатучы фермент — амилаза — кешенең селәгәй бизләре күзәнәкләрендә дә, аксым табигатьле инсулин гормоны синтезлана торган ашказаны асты бизендә дә ясала. Гемоглобин — фәкать эритро-

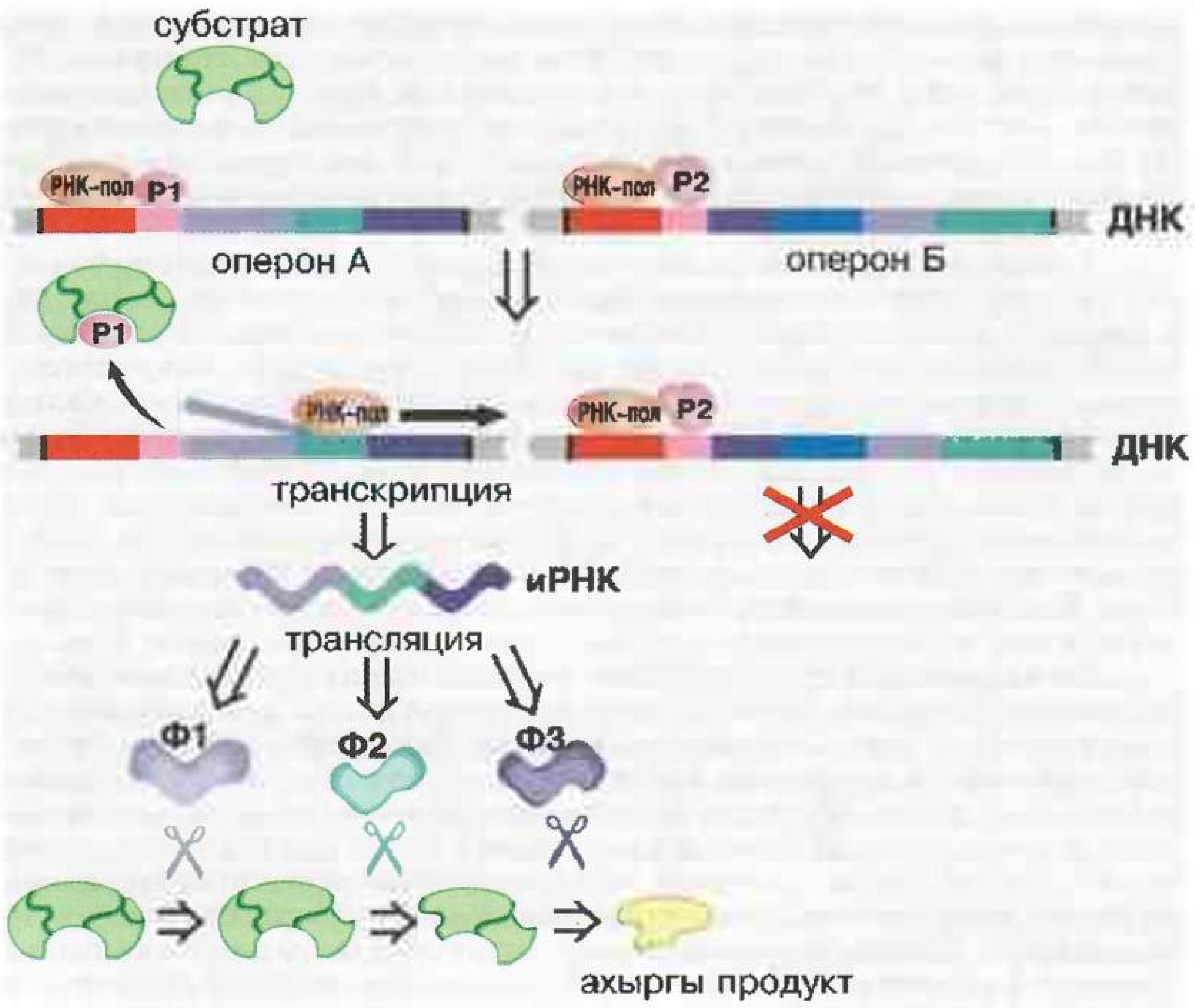
цитларда гына, үсү гормоны аксымнары гипофиз күзәнәкләрендә генә барлыкка килә. Ләкин бу төрле күзәнәкләр барысы да аталанган бер күкәй күзәнәктән бер-бер артлы барган кабатлы бүленүләр нәтиҗәсендә килеп чыккан. Күзәнәктә һәр бүленү алдыннан, ДНК икеләтә арта. Димәк, тән күзәнәкләренең барысында да ДНК молекулаларының бер үк җыелмасы — аксымнар составы һәм структурасы турында бер үк генетик информация була.

Үзенең төшендә бер үк генетик информацияне йөртүче күзәнәкләр ни өчен төрле аксымнарны ясыйлар соң? Эш шунда ки, төрле күзәнәкләрдә ДНКның төрле өземтәләре транскрипцияләнә, ягъни төрле иРНКлар барлыкка килә, һәм шулар буенча төрле аксымнар синтезлана. Күзәнәкләрнең специальләшүен барлык геннар түгел, бәлки информациясе укылган һәм аксымнар рәвешендә эшкә ашкан геннар гына билгели. Шулай итеп, һәр күзәнәктә булган генетик информация тулаем түгел, бәлки аның бер өлеше генә эшкә аша. Моннан тыш, элеге күзәнәккә хас аксымнар да анда бер үк вакытта ясалмыйлар әле. Төрле вакытта күзәнәкнең ихтыяҗына бәйле рәвештә төрле аксымнар синтезлана. Күзәнәк яшәешенең төрле этапларында геннарның «эшли башлавы»н һәм «эштән тукталуы»н көйләүче катлаулы механизм була.

Бактерияләрдә транскрипция һәм трансляциянең регуляциясе. Аерым аксымнарның синтезы ничек көйләнүен без чагыштырмача гади төзелешле бактериаль күзәнәк мисалында тикшерик. Әлбәттә, бактерия яши торган тирәлеккә әлегә шикәр өстәлмәгән, аны таркатучы ферментлар да юк. Бактерия бу мизгелдә үзе өчен кирәк булмаган аксымнар синтезына АТФ энергиясен сарыф итми. Әмма, шикәр өстәп берничә секунд узуга, күзәнәктә шикәрне эзлекле рәвештә бактериянең тереклеге өчен кирәкле продуктларга әверелдерүче барлык ферментлар синтезлана. Шикәр урынына башка кушылма булырга мөмкин, ул күренүгә, күзәнәктә аны соңгы продуктка кадәр таркатучы ферментлар синтезы «эшли башлый». Күзәнәктә ферментлар тәэсиренә дучар ителүче кушылмалар *субстратлар* дип атала.

Субстратның соңгы продуктка әверелүенең бер чылбырында катнашучы ферментлар бер оперонның бер-бер артлы урнашкан геннарында кодлаша. *Структура* геннары дип аталган бу геннар (чөнки алар ферментлар структурасын билгели) һәм *промотор* — РНК-полимераза өчен утыру мәйданчыгы арасында ДНКның махсус өземтәсе — *оператор* бар. Операция, ягъни иРНК синтезы, биредә башланганга ул шулай йөртелә. Оператор белән махсус аксым — *репрессор* — үзара тәэсир итешә. Репрессор операторда «утырганда», полимераза урыныннан кузгала һәм иРНК синтезын башлый алмый (25 нче рәсем).

Күзәнәккә А субстраты эләккәндә, аның таркалуы өчен, А оперонының структура геннарында кодлашкан Ф1, Ф2, Ф3 ферментлары кирәк, субстрат молекулаларының берсе бу ферментлар турындагы информацияне чагыштырып укырга комачаулык итүче репрессор белән бәйләнешкә керә. Субстрат молекуласы белән бәйләнешкә кергән репрессор оператор белән үзара тәэсир итешү сәләтен югалта, аннан аерылып китә һәм РНК-полимеразага юл ача. Полимераза А субстратын таркатучы ферментларның рибосомалардагы синтезын тәэмин итүче иРНКны



25 нче рәсем. **Бактерияләрдә транскрипция һәм трансляциянең регуляциясе схемасы.**
РНК-пол — РНК-полимераза; Р1 һәм Р2 — төрле аксым-репрессорлар; Ф1, Ф2, Ф3 — ферментлар

синтезлый. А субстратының соңгы молекуласы ахыргы продуктка әверелүгә, аерылып чыккан репрессор операторга кайта һәм полимеразаның юлын яба. Транскрипция һәм трансляция туктый; иРНК һәм ферментлар, функцияләрен үтәгәч, тиешле нуклеотидларга һәм аминокислоталарга кадәр таркалалар.

Башка оперонда исә Б субстратын таркату өчен кодлашкан ферментлары булган геннар төркеме урнаша. Бу оперон күзәнәккә шушы субстратның молекулалары кергәнчегә кадәр ябык килеш кала (25 нче рәсем). Күп очракларда әверелешләрнең бер чылбырының ахыргы продуктлары яңа биохимик конвейерлар өчен субстрат булып хезмәт итәргә мөмкин. Һәр оперонның берничә структур гены булмаска мөмкин, бер генә гены булган опероннар да бар. Оперонда структур

геннарның саны теге яки бу субстратның биохимик әверелешләре катлаулылыгына бәйле.

Югары төзелешле организмнарда регуляция. Геннар активлыгының көйләнүе югары төзелешле организмнарда бактерияләрнекенә караганда шактый катлаулы. Эукариотларда, аерым күзәнәкнең эшләп торуын көйләүче процесслар белән беррәттән, организмның бербөтен буларак эшләвен көйләүче системалар да бар. Гормоннар эчке секреция бизләренең махсус күзәнәкләрендә эшләнеп чыга һәм кан белән бөтен тән буйлап тарала. Ләкин РНК һәм аксымнар синтезы процессларын алар *мишень-күзәнәкләрдә* генә көйлиләр. Гормоннар шундый күзәнәкләрнең мембраналарында урнашкан *аксым-рецепторлар* белән бәйләнешкә керә һәм күзәнәк аксымнарының структурасы үзгәрү системаларын эшләтә башлый. Алар үз чиратында рибосомаларда аксымнар синтезына да, аерым геннарның транскрипциясенә дә йогынты ясарга мөмкин. Һәрбер гормон арадашчылар системасы аша үз геннары төркемен активлаштыра. Мәсәлән, адреналин мускуллардагы гликогенны глюкозага кадәр таркатучы ферментлар синтезын эшләтә башлый, ә икенче гормон — инсулин бавырда глюкозадан гликоген ясалуга йогынты ясый.

Транскрипция һәм трансляция процесслары вакыт эчендә һәм пространствода аерылып тормаган прокариотлардан аермалы буларак, эукариотларда РНК синтезы — күзәнәк төшендә, ә аксымнар синтезы цитоплазмада бара. Төштә барлыкка килгән информацион РНК анда ферментлар тәэсирендә күп кенә үзгәрешләргә дучар ителә һәм төрле аксымнар белән бергә төшнең тышчасы аша үтә. Төрле иРНКлар, барлыкка килгәннән соң, төрле вакытта трансляцияләнә. Бу аларның цитоплазмада нинди аксымнар белән бәйләнешкә керүе белән бәйле. Гормональ сигнал булмаганда, кайбер иРНКлар озак вакыт трансляцияләнми кала.

Төрле органнарның күзәнәкләре формасы һәм функцияләре белән төрле булуы төрле геннарның үзара һәм күзәнәккә читтән кергән яки үзендә барлыкка килгән күп санлы матдәләр белән катлаулы тәэсир итешүенә бәйле. Транскрипция һәм трансляциянең көйләгеч механизмнарын белү генетик информация процессларын тормышка ашыруны идарә итү өчен кирәк.

- ▶ 1. Ни өчен төрле тукымаларның күзәнәкләре формасы һәм функцияләре буенча аерыла?
- ● 2. Бактерияләрдә иРНК барлыкка килү ничек регуляцияләнә?
- ● 3. Бер оперонга нинди геннар керә?
- ● 4. Кеше организмында транскрипция һәм трансляцияне регуляцияләүдә гормоннарның роле нинди?

§18. Вируслар

Вируслар — тереклекнең күзәнәксез формасы. Алар — күзәнәк эчендә була торган *облигат* (мәҗбүри) паразитлар, ягъни вируслар бактериаль яки эукариотик күзәнәкнең эченә эләксә генә яши алалар.

ДМИТРИЙ ИОСИФОВИЧ ИВАНОВСКИЙ (1863—1920) — ватаныбызның танылган галиме. Ул тәмәке авыруын (тәмәке мозаикасын) кузгатучы вирусларны ача һәм аларның, бактерияләрдән аермалы буларак, фильтр аша үтүләрен ачыклый. Бу тасвирлап бирелгән вирусларның беренчесе була.

Вирусларны беренче булып ачкан Д. И. Ивановский әле 1892 елда ук аларның төп ике үзлеген ачыклый: вируслар шундый кечкенә, бактерияләрне тоткарлап калучы фильтрлар аша җиңел үтә; күзәнәкләрдән аермалы буларак, аларны ясалма туклыклы тирәлектә үрчетеп булмый. Вирусларны (зурлыклары 20—300 нм) XX гасырның 30 нчы елларында электрон микроскоп ярдәмендә генә күрергә мөмкин булды.

Нобель премиясе лауреаты П. Медаварның тапкыр әйтеменә караганда, «бу — аксымга төрелгән начар хәбәрләр». Ул чыннан да шулай: күзәнәккә эләккән вирус геннары — «начар хәбәрләр» — күзәнәктә баручы нормаль процессларның бозылуына, күпчелек очракта күзәнәкнең үлеменә, шулай ук бөтен бер организмның авыруына китерә. Аларның «вируслар» дигән исеме дә юкка гына латинча «вирус» — агу сүзеннән алынмаган.

Билгеле булган бер генә вирус та мөстәкыйль яши алмый. Күзәнәк эченә кергәч кенә, вирусның генетик материалы күзәнәкнең биохимик конвейерлары эшен үзгәртә: анда вирус аксымнары — *вирус геннарының барлык җыелмасы* (вирус *геномы*), шулай ук вирус тышчасы аксымнары өчен кирәкле ферментлар ясала башлый. Күзәнәктә шулай ук нуклеин кислоталарыннан һәм аксымнардан күзәнәккә үтеп кергән вирусның үрчемен җыю да бара.

Вирусның аерым кисәкчекләре — *вирионнар* — кабатланган элементлардан торучы симметрик тәнчекләрдән гыйбарәт. Һәр вирионның эчендә ДНК яки РНК молекулаларыннан торган генетик материал була. ДНКның ике чылбырлы боҗра яки сызыкча формасындагы бер молекуласыннан торган вируслар; бер чылбырлы боҗра формасындагы ДНК дан торган вируслар; бер чылбырлы яки ике чылбырлы РНКдан торган вируслар; ике охшаш бер чылбырлы РНКдан торган вируслар бар.

Вирусның генетик материалы *капсид* — нуклеин кислоталарын таркатучы ферментлар, ягъни нуклеазалар тәэсиреннән, шулай ук

ультрашәмәхә нурланыштан саклаучы аксым тышча белән әйләндереп алынган. Моннан тыш, капсид вирусның күзәнәк мембранасы өслегенә берегүен тәэмин итә, чөнки аның күзәнәк мембранасы рецепторлары белән тәэсир итешүче молекулалары була. Капсидлар бер яки берничә типтагы аксымнарның күп тапкыр кабатланган полипептид чылбырларыннан тора.

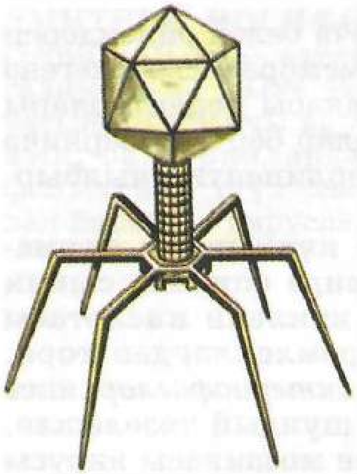
Вирионнарның күпчелеге таякчык яки төзек күпкырлык формасында. Таякчык формасындагы вирионның үзәгендә спираль сыман бөтерелгән нуклеин кислотасы урнаша. Капсид нуклеин кислотасы молекуласы буйлап урнашкан аерым аксым берәмлекләрдән тора. Үсемлекләрне зарарлаучы күпчелек вируслар һәм *бактериофаглар*, яисә *фаглар* дип кенә йөртелүче бактерия вируслары шундый төзелешле. Мәсәлән, вируслардан беренче тасвирланган тәмәке мозаикасы вирусы (ТМВ) 2130 охшаш полипептид берәмлекләрдән торган аксым капсиды эчендәге спираль РНК молекуласыннан тора (26 нчы рәсем).

Кешедә һәм хайваннарда төрле авырулар кузгатучы вирусларның күбесенең капсиды һәрвакыт диярлек икосаэдр — кырлары тигезьяклы өчпочмаклардан торучы 12 түбәле төзек егермекырлык формасында.

Тагын да катлаулырак төзелешле вируслар да бар. Кайбер фагларның, генетик материал урнашкан икосаэдрик башчыгыннан тыш, эче куыш цилиндрик үсентесе дә була. Аны кыскару аксымнарыннан торган сүрү әйләндереп ала, ул алты кыска чыгынтысы һәм алты озын фибрилласы — җепләре булган өлеш белән тәмамлана (27 нче рәсем). Мондый катлаулы конструкция генетик материалның бактерия күзәнәге эченә сиптерелүен тәэмин итә.

Күп кенә вирусларның, аксым капсидыннан башка, тышкы тышчасы да була. Вирус аксымнарыннан һәм гликопротеиннардан (углеводлар белән бәйләнгән аксымнардан) тыш, аларның хуҗа-күзәнәкнең

26 нчы рәсем. Тәмәке мозаикасы вирусы.
Сулда — электрон микроскоптан төшерелгән фоторәсеме, *уңда* — РНК молекуласы тирәли урнашкан аксым берәмлекләрнең спираль өеме



27 нче рәсем. Фагның схема рәвешендәге күренеше

плазматик мембранасыннан алган липидлары да була. Грипп вирусы — тышчасы төзек күпкырлык формасындагы спираль вирион мисалы. Аның геномын бер чылбырлы РНКның сигез төрле фрагменты тәшкил итә.

Кайбер онкоген (яман шеш тудыручы) вирусларның аксым капсиды эчендә ике бертөрле бер чылбырлы РНК молекуласы була. Аларда хуҗа-күзәнәкнең плазматик мембранасындагы ике липид катлаудан, шулай ук вирус аксымнарыннан һәм гликопротеиннарыннан торган тышкы тышча да бар. Кешедә булдырылган иммунитет дефициты синдромын (СПИД) китереп чыгаручы иммунодефицит вирусының (ВИЧ) да төзелеше шундый ук.

Онкоген вируслардан иң беренче булып Раус саркомасы вирусы ачылды, ул тавыкларда яман шеш китереп чыгара. Күзәнәкнең трансформациясе (үзгәрүе), ягъни нормаль хәлдән ракка әверелү механизмын өйрәнү 1970 елда Америка галимнәре Г. Темин һәм Д. Балтимор тарафыннан *кире транскрипция* күренеше ачылуга ярдәм итте. Раус саркомасы вирусында *кире транскриптаза* дигән фермент бар. Бу фермент, матрица сыйфатында бер чылбырлы вирус РНКсын файдаланып, ике чылбырлы ДНК синтезын тормышка ашыра. Барлыкка килгән ДНК молекуласы хуҗа-күзәнәк хромосомасына кереп урнаша. Хромосома ДНКсына кереп урнашу процессын *интеграция* дип атыйлар. Күзәнәккә үтеп кергән вирус РНКсы буенча кире транскриптаза ярдәмендә синтезланып интеграцияләнгән ДНК формасындагы вирус геномы *провирус* дип атала. Провирус күзәнәкнең генетик материалының бер өлеше булып әверелә, ул күзәнәк ДНКсы белән бергә үзеннән-үзе арта һәм бүленгәндә «бала» күзәнәкләргә бирелә. Провирус, ата-анадан сперматозоид яки күкәй күзәнәк аша күчә барып, үзен озак вакыт сиздермәскә мөмкин. Канцероген, ягъни ракка китерүче факторлар, мәсәлән, рентген нурлары, тәмәке төтене, асбест тузаны, кайбер нефть эшкәртү продуктлары, бензол һ. б. аерым күзәнәкләрдә провирусны активлаштырырга мөмкин. Аларда вирус РНКсы һәм аксымнары ясала, бу исә яман үзгәрешләргә китерә.

Яман үзгәрешләрнең беренче сәбәпчесе булган РНКлы вирусларны онкоген *ретровируслар* (лат. «ретро» — кире, артка) дип атыйлар, чөнки аларның үрчүендә кире транскрипция кирәкле этап булып тора. СПИД вирусын да ретровирусларга кертәләр. Ул иммун системасының үзәк күзәнәкләренә — Т-лимфоцитларга үтеп керә, чөнки аларның өслегендә ВИЧның тышкы тышчасындагы аксымнар белән бәйләнешкә керергә сәләтле рецепторлар була. Кешенең иммун системасы үзенең саклагыч үзлекләрен югалта һәм төрле авыруларны кузгатучыларга каршы тора алмый башлый. ВИЧ белән йогышлану җенси якынлык вакытында, йогышланган кан аша (наркотиклар кулланучылар уртак энәләрдән файдаланганда, тикшерелмәгән канны салганда, медицина хезмәткәр-

ләренә очраклы рәвештә авыру кешенең каны эләккәндә), йөкле вакытта анадан ярадгыга яки тудырганда балага күчкән очракларда булырга мөмкин. Йогышланган кеше уртача 7—10 ел яши.

Күзәнәк хромосомасына үтеп кергән вирус ДНКсының транскрипциясе нормаль барганда, күзәнәкнең үзенең янәшә урнашкан геннары да транскрипцияләнә ала. Вирус РНКсының кире транскрипциясеннән соң бу геннар башка организм хромосомаларына кереп урнашырга һәм үзләре өчен гадәти булмаган чолганышта калырга мөмкин. Шуның белән ретровируслар организмнарга өстәмә генетик информацияне генә кертеп калмый, бәлки хуҗа геннарының эшен дә үзгәртә ала. Ретровируслар бер организмның күзәнәкләре арасында, җенси гибридлашу булмаганда, бер яки төрле төргә яисә класска караган организмнар арасында геннарны күчерергә мөмкин. Хәзер вирусларга йогышлы авыруларны күчерүчеләр итеп кенә түгел, бәлки төрләр арасында генетик информацияне күчерүчеләр буларак та карыйлар. Моннан тыш, вирусның тере күзәнәккә эләгү факты үзе һәм, күзәнәкне үтермәсә дә, аның биохимик конвейерлары эшен вируслы токым булдыруга үзгәртү күзәнәк өчен эзсез үтми. Хромосомаларның өзелүе, геннарның урнашу тәртибендәге үзгәрешләр, шулай ук геннарның үзләрендәге үзгәрешләр «чакырылмаган килмешәкләр» кереп утырган күзәнәкләрнең «генетик хәтере»ндә кала.

- 1. Вирионнарның формалары төрлелеге нәрсә белән билгеләнә?
- 2. Вируслар үзләре паразитлык итә торган организмнарга нинди йогынты ясый?

§19. Геннар һәм күзәнәк инженериясе

Геннар инженериясе. XX гасыр азагында молекуляр биологиянең үсеше мөһим практик әһәмияте булган күп кенә ачышларга китерде. Шундый ачышларның берсе *геннар инженериясенә* башлангыч биргән синтезлау һәм геннарны аерып алу методларын эшләү булды.

Геннарның ферментларны, аксым гормоннарны, саклаучы, транспортлаучы һәм башка аксымнарны кодка салучы ДНК өземтәләре икәнлеге инде безгә мәгълүм. Бактерия, хайван һәм үсемлек күзәнәкләрендә синтезлана торган бу аксымнарның күпчелеге медицина, авыл хуҗалыгы, промышленность өчен зур практик әһәмияткә ия. Әмма, андый аксымнар күзәнәктә еш кына аз микъдарда синтезланганлыктан, аларны киң файдалану авыр яисә бөтенләй мөмкин түгел. Мәсәлән, аксым табигатьле үсү гормонын җитештерү медицина өчен зур әһәмияткә ия булыр иде. Аны гипофиз эшләп чыгара, һәм ул кешенең тәне үсүен контрольдә тота. Бу гормон җитешмәгәндә, бала үсми, кәрлә булып кала. Андый балаларга үсү гормонын кертү аларның дөрес үсешен тәэмин итә.

Әгәр үсемлек күзәнәкләренә тулы кыйммәтле аксымнар коды салынган яңа геннар кертү юллары табылса, азык кыйммәте ягыннан мондый үсемлекләр хайваннардан алына торган продуктларга тиңләшер

иде. Җир йөзендә яшәүче халыкның яртысыннан артыгы диярлек организм өчен кирәкле барлык аминокислоталары булган сөт, йомырка, ит, балык кебек продуктларны җитәрлек куллана алмый.

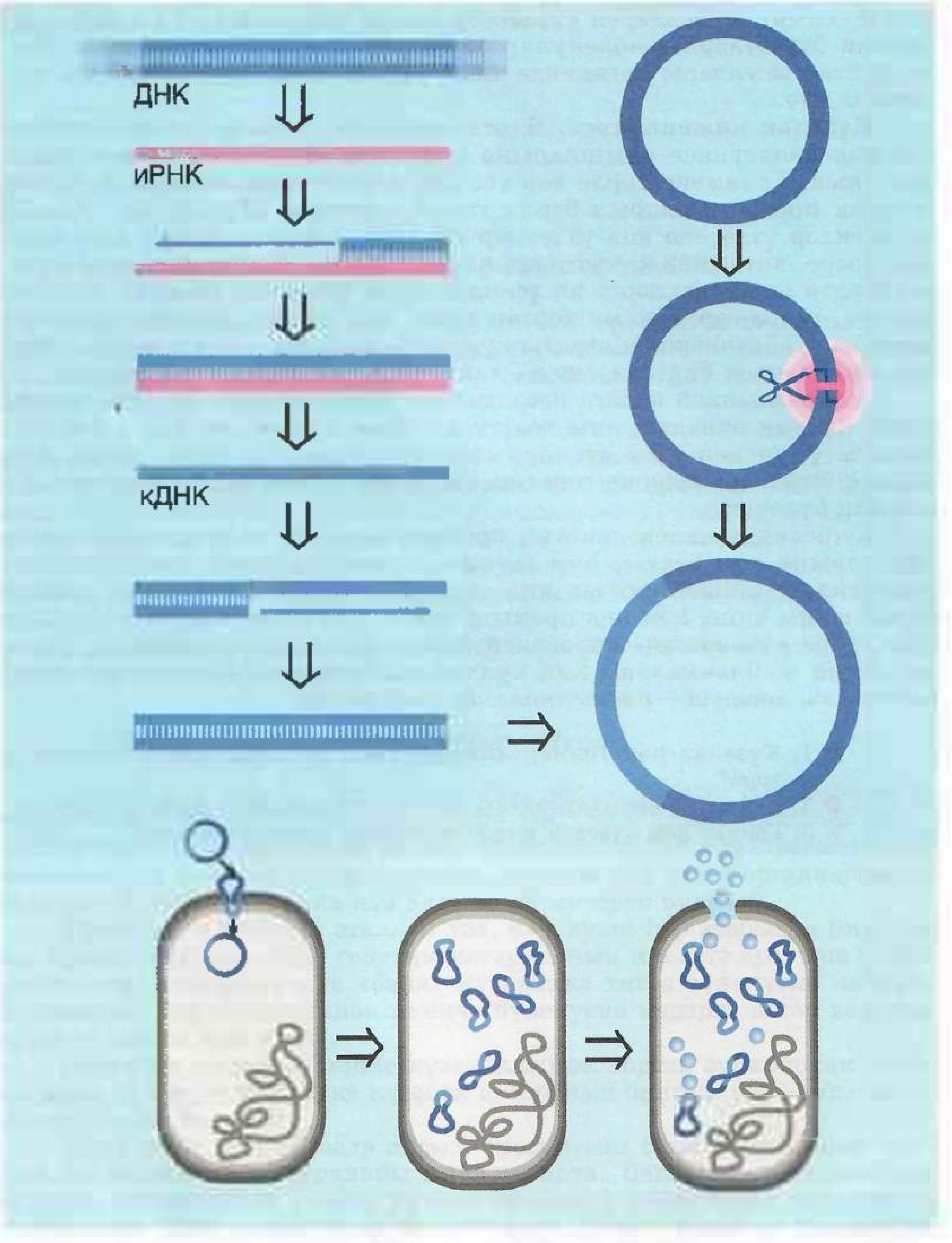
Кайбер бактерияләр күзәнәкләрендә Кояшның яктылык энергиясен зур нәтиҗәлелек белән электр энергиясенә әверелдерергә сәләтле аксымнар бар. Әгәр шундый аксымнарны күпләп җитештерергә өйрәнсәк, арзанлы электр энергиясен алу өчен, промышленность җайланмалары төзергә мөмкин булыр иде. Боларны һәм башка күп кенә бурычларны чишү мөмкинлеген нәкъ менә геннар инженериясе бирә.

Хәзерге вакытта кирәкле аксымнарның коды салынган геннарны табуның берничә ысулы билгеле. Мәсәлән, нуклеотидлары эзлеклелеге алдан билгеләнгән ДНК молекулаларын химик юл белән синтезлауның ысуллары эшләнгән. Алай гына да түгел, кешене һәм хайваннарны вируслардан саклаучы аксымнарның—аксым гормоннарның һәм *интерферроннарның* коды салынган күп кенә геннар шундый ысул белән синтезланды да инде.

Ниһаять, кирәкле геннарны синтезларга түгел, бәлки аларны күпләгән әзер геннардан аерып алырга мөмкин. Уннарча мең гены булган ДНКның бөтен массасыннан кирәкле бер генны аерып алу өчен, махсус техника эшләнде.

Синтезланган яки аерып алынган генны бактериофагның үз күчермәсен бирүче ДНКсы эченә салырга һәм күзәнәккә кертергә мөмкин. Андый бактерияләр кеше яки хайван гормонын, кирәкле фермент яки интерферонны синтезлый башлыйлар. Шундый ысул белән бактериягә кеше, хайван яисә үсемлекнең теләсә нинди аксымын синтезлау программасын кертергә була.

Кеше яки башка организмның кирәкле генын, аны ДНКдан өзмичә, бактериягә кертергә мөмкин. 28 нче рәсемдә генны кире транскрипция ысулы белән табу, аны бактериаль плазмидага кертү һәм бактериянең «чит» аксым эшләвенең бер схемасы күрсәтелгән. Беренче этапта сайланган генның иРНКсын күзәнәкләрдән аерып алалар. Шуннан соң анда, матрицадагы кебек, аңа комплементар ДНК (кДНК) җебен синтезлыйлар. Ул ДНКның матрицага комплементар кыска өземтәсендә—ясалма башлангычта — синтез башлануы өчен кирәкле *кире транскриптаза* ферменты ярдәмендә тормышка ашырыла. Гибрид ДНК-РНК-молекула табыла. Бу молекуладан РНКны аерып алганнан соң, калган бер чылбырлы ДНКда икенче җепне синтезлауны башкаралар. Нәтиҗәдә тулы кыйммәтле ДНК молекуласы барлыкка килә. Махсус ферментлардан файдаланып, аны кирәкле генны күчерү функциясен башкаручы хромосомадан читтәге боҗрасыман ДНК молекуласына — бактериаль *плазмидага* кертәләр. Шундый рекомбинант, ягъни чит информациягә ия плазмида белән бактериаль күзәнәкне йогышландыралар. Анда плазмида репликацияләнә һәм башка микроорганизмның, кеше, хайван яки үсемлекнең күчерелгән гены эшли башлый. Бактериаль күзәнәктә кирәкле аксым туплана, аны бактериаль массадан аерып аласы гына кала. Андый бактерияләрне промышленность масштабында үрчетәләр һәм кирәкле аксымны күп микъдарда табалар. Шушы барлык технологик ысуллар тереклекнең



28 нче рәсем. Кирәкле аксымның генын табу схемасы

физик-химик нигезләрен танып белүдәге казанышларга корылган. Гамәли бурычларны молекуляр биология һәм генетиканың әле тасвирланган ысуллары ярдәмендә чишү геннар инженериясенең асылын тәшкил итә.

Күзәнәк инженериясе. Биотехнология. Геннар инженериясенә күзәнәк биологиясе уңышларына нигезләнгән *күзәнәк инженериясе* бик якын. Галимнәр төрле төр үсемлекләрнең күзәнәкләрен аларның генетик программаларын берләштереп кушарга өйрәнделәр. Андый күзәнәкләр үзләренә яңа үзлекләр алалар, кыйммәтле дару яки азык матдәләре, витаминнар чыганагына әвереләләр. Шундый гибрид күзәнәкләрдән яңа үзлекләргә ия үсемлекләрне үстерергә мөмкин, аларда, гадәттә, үзара серкәләнми торган төрле төр үсемлекләрнең билгеләре берләшә. Хайваннарның яралгы күзәнәкләренә яңа геннар кертергә һәм яңа нәселдәнлек билгеләренә ия хайваннар үрчетергә өйрәнделәр.

Ата-анасыннан балага нәселдәнлек программасы «бозык» геннар белән күчкән очракта, аны төзәтү дә якын киләчәктә хәл ителәчәк. Яралгы үсешенең иртә этапларында аңа нормаль геннар кертү һәм шуның белән кешеләрне генетик авырулар белән интегүдән коткару мөмкин булачак.

Кешелек дөньясы генетик программаларны конструкцияләүнең яңа чорына аяк басты, һәм шуның нигезендә микроорганизмнар, үсемлекләр, хайваннарның яңа төрләре табыла. Техникада, гамәли бурычларны чишү һәм яңа промышленность технологияләрен булдыру өчен, тере күзәнәкләр эшләвенең физик-химик принциплары, аның энергетик җайланмалары киң кулланыла башлады. Биологиядә перспективалы юнәлеш — *биотехнология* үсеп чыкты.

1. Күзәнәк һәм геннар инженериясе алдында нинди бурычлар тора?
2. Рекомбинант плазмиданы табу этапларының эзлеклелеге нинди?
3. Геннар һәм күзәнәк инженериясенең киләчәге нинди?

II кисәк **ОРГАНИЗМНАРНЫҢ ҮРЧҮЕ ҺӘМ ҮСЕШЕ**

V бүлек. ОРГАНИЗМНАРНЫҢ ҮРЧҮЕ

Җир йөзендә картлыктан, авырудан һәм ерткычлар корбаны булудан һәр секунд саен астрономик санда тереклек ияләре үлеп тора, һәм фәкать организмнарның универсаль үзлеге булган үрчү аркасында гына Җирдә яшәү тукталмый.

Беренче карашка, тереклек ияләренең үрчү процесслары бик тә төрле кебек, ләкин аларны ике формага берләштерергә мөмкин: җенессез үрчү һәм җенси үрчү. Кайбер организмнарда үрчүнең төрле формалары очрый. Мәсәлән, күп үсемлекләр чыбыкчадан, үрентедән, бүлбедән (җенессез үрчү) һәм орлыктан (җенси үрчү) үрчергә мөмкин.

Җенси үрчү вакытында һәр организм ике җенес күзәнәге — ата һәм ана күзәнәкләр кушылудан барлыкка килгән бер күзәнәктән үсә башлый.

Үрчү һәм организмның индивидуаль үсеше нигезендә күзәнәкләрнең бүленү процессы ята.

§20. Күзәнәкнең бүленүе. Митоз

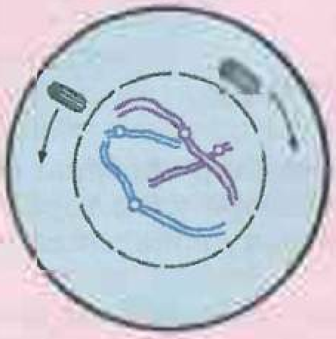
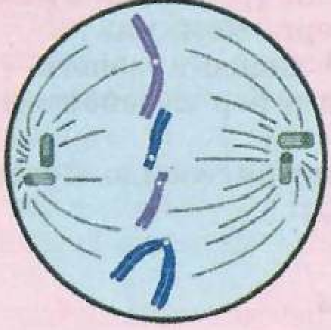
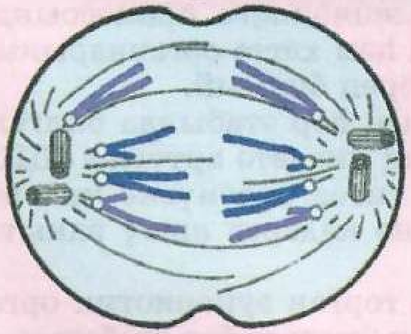
Бүленә алу сәләте — күзәнәкләрнең мөһим үзлеге. Бер күзәнәкле тереклек ияләренең сан ягыннан ишәюен, аталанган бер күкәй күзәнәктән катлаулы организм үсүен, тереклек эшчәнлеге процессында организмның югалган күзәнәкләренең, тукыма һәм хәтта органнарының яңаруын бүленүдән башка күз алдына да китереп булмый.

Күзәнәкнең бүленүе этаплап уза, һәм аның һәр этабында билгеле бер процесслар үтә. Алар генетик материалның икеләтә артуына (ДНК синтезына) һәм аның ике «бала» күзәнәккә тигез бүленүенә китерә. Күзәнәкнең бер бүленүеннән икенче бүленүенә кадәрге яшәү вакыты *күзәнәк циклы* дип атала.

Бүленүгә әзерлек. Төшле күзәнәкләрдән торган эукариотик организмнар бүленүгә әзерлекне күзәнәк циклының билгеле бер этабында — *интерфазада* башлый.

Нәкъ менә интерфазада аксым биосинтезы бара, күзәнәкнең барлык иң мөһим структуралары икеләтә арта. Башлангыч хромосома буйлап, күзәнәктәге химик кушылмалардан аның төгәл күчермәсе синтезлана, ДНК молекуласы икеләтә арта. Икеләтә арткан хромосома ике яртыдан — *хроматидалардан* тора. Һәр хроматидада берәр молекула ДНК була.

МИТОЗНЫҢ БАРЫШЫ

ФАЗАЛАР	ПРОЦЕССЛАР
ПРОФАЗА 	Хромосомалар спиральләшү нәтиҗәсендә микроскопта күренүчән булалар, һәр хромосома ике хроматидадан тора. Төш тышчасы һәм төшчек таркала. Хайван күзәнәкләрендә центриольләр полюсларга аерылып китәләр.
МЕТАФАЗА 	Хромосомалар күзәнәкнең экваторына урнашалар, ике полюслы бүленү орчыгы барлыкка килә.
АНАФАЗА 	Центромералар бүленәләр, һәм хроматидалар («бала» хромосомалар) бүленү орчыгының җепләре ярдәмендә полюсларга аерылып китәләр.
ТЕЛОФАЗА	Бүленү орчыгы юкка чыга. Аерылышкан хромосомалар тирәли яңа төш тышчасы ясала. Ике «бала» күзәнәк барлыкка килә.

Үсемлек һәм хайван күзәнәкләрендә интерфаза 10—20 сәгать дәвам итә. Аннан соң күзәнәкнең бүленү процессы — *митоз* башлана.

Митоз вакытында күзәнәк бер-бер артлы берничә фазаны кичерә, нәтиҗәдә һәрбер «бала» күзәнәк элгәр (башлангыч) күзәнәктәге кадәр хромосомалар җыелмасын ала.

Митоз фазалары. Митоз дүрт фазада уза: профаза, метафаза, анафаза һәм телофаза. 29 нчы рәсемдә схема рәвешендә митозның барышы күрсәтелгән. *Профазада* центриольләр — күзәнәк үзәгендә урнашкан һәм хайваннарның «бала» хромосомаларының аерылып китүен тәэмин итүче ясалмалар — яхшы күренә. (Шуны хәтерегезгә төшерик: югары төзелешле үсемлекләрдә күзәнәк үзәгендә хромосомаларның аерылып китүен оештыручы центриольләр булмый.) Центриольләрнең булуы хромосомалар аерылып китү процессын ачык күрсәтә, шуңа күрә митозны без хайван күзәнәге мисалында тикшерәбез. Центриольләр икеләтә арта һәм күзәнәкнең ике полюсына аерылып китә. Центриольләрдән микрокөпшәчекләр сузылып, *бүленү орчыгы* җепләре барлыкка килә. Бу орчык бүленүче күзәнәкнең полюсларына хромосомаларның аерылып китүен көйли.

Профазаның азагында төш тышчасы таркала, төшчек акрынлап юкка чыга, хромосомалар спираль ясап бөтереләләр һәм нәтиҗәдә кыскарып калынаялар, аларны бу вакытта яктылык микроскобында да күреп була. Митозның профазадан соңгы этабында — *метафазада* — алар тагын да яхшырак күренәләр.

Метафазада хромосомалар күзәнәк экваторы яссылыгында урнашалар. Бу фазада һәр хромосоманың ике хроматидадан һәм алар арасындагы тарткыдан — *центромерадан* торуы яхшы күренә. Хромосомалар үзләренең центромералары белән бүленү орчыгы җепләренә тоташалар. Центромера бүленгәннән соң, һәр хроматида мөстәкыйль «бала» хромосомага әверелә.

Митозның метафазадан соңгы стадиясе — *анафаза* башлана. Анафазада «бала» хромосомалар (бер хромосоманың хроматидалары) күзәнәкнең капма-каршы полюсларына аерылып китәләр.

Күзәнәк бүленүнең аннан соңгы стадиясе — *телофаза.* Ул берәр хроматидадан торган «бала» хромосомалар күзәнәк полюсларына барып җиткәч башлана. Бу стадиядә хромосомалар кабат тураялар, интерфазада күзәнәк бүленә башлаганга кадәрге формасын (озын нечкә җепләр) алалар. Алар тирәли төш тышчасы барлыкка килә, ә төштә рибосомалар синтезлана торган төшчек формалаша. Цитоплазма бүленгәндә, барлык органоидлар (митохондрияләр, Гольджи комплексы, рибосомалар һ.б.) «бала» күзәнәкләргә азмы-күпме тигез бүленеп урнашалар.

Шулай итеп, митоз нәтиҗәсендә бер күзәнәктән ике күзәнәк барлыкка килә, аларның һәрберсендә организмның бу төренә хас санда һәм формада хромосомалар, димәк, даими сандагы ДНК хасил була.

Митоз процессы уртача 1—2 сәгать дәвам итә. Ләкин барлык төр күзәнәкләрдә дә митозның дәвамлылыгы бертөрле булмый. Ул шулай

◄ *29 нчы рәсем.* Митоз схемасы

ук тышкы тирәлек шартларына да (температурага, яктылык режимына һәм башка күрсәткечләргә) бәйле.

Митозның биологик әһәмияте шуннан гыйбарәт: ул организмның барлык күзәнәкләрендә хромосомалар санының даимилеген тәэмин итә. Митоз процессында элгәр күзәнәк хромосомаларының ДНКсы барлыкка килгән ике «бала» күзәнәккә төгәл бүленеп урнаша. Митоз нәтиҗәсендә барлык «бала» күзәнәкләр бер үк генетик информацияне ала.

- 1. Бүленү алдыннан, күзәнәктә нинди үзгәрешләр була?
- 2. Бүленү орчыгы кайчан барлыкка килә? Аның роле нинди?
- 3. Митозның фазаларын тасвирлагыз һәм бу процессның ничек узуын сөйләп бирегез.
- 4. Нәрсә ул хроматида? Ул кайчан хромосомага әверелә?
- 5. Центромера нәрсә ул? Митоз вакытында ул нинди функцияне башкара?
- 6. Митозның биологик әһәмияте нидән гыйбарәт?
- ○ Ботаника, зоология, кеше анатомиясе, физиологиясе һәм гигиенасы курсларыннан искә төшерегез: органик дөньяда үрчү ничек бара?

§ 21. Җенессез һәм җенси үрчү

Җенессез үрчү. Җенси процесстан башка, элгәр организмнан бер яки берничә күзәнәк аерылып чыгу белән була торган үрчү *җенессез үрчү* дип атала. Җенессез үрчүдә яңа буынга башлангыч бирүче бер генә зат катнаша. Бала организмга башлангыч бирүче күзәнәкләр (яки иң түбән төзелешлеләрдә бер күзәнәк) митоз юлы белән бүленә, шуңа күрә бала организмның нәселдәнлек билгеләре элгәр затныкы белән охшаш була.

Табигатьтә җенессез үрчүнең берничә төре очрый. Бер күзәнәкле хайваннар һәм үсемлекләрнең (амёба, инфузория, кайбер суүсемнәр) төше башта митоз юлы белән икегә бүленә. Аннан соң бүленүче күзәнәк тартылу юлы белән ике бертигез өлешкә бүленә, аларның һәр икесеннән бала организм барлыкка килә. Мондый үрчү *гади бүленү* дип атала. «Бала» күзәнәкләр үзенә башлангыч биргән күзәнәктән берни белән аерылмый, шундый ук хромосомалар җыелмасын ала.

Күп кенә үсемлекләрдә (суүсемнәр, мүкләр, абагаларда), гөмбәләрдә һәм кайбер бер күзәнәкле хайваннарда тереклек циклының билгеле бер стадиясендә *споралар* барлыкка килә. Болар — махсус күзәнәкләр, еш кына тирәлекнең уңайсыз шартларыннан (салкыннан, кибүдән, эсседән) саклый торган тыгыз тышча белән капланган була. *Спора барлыкка килү* — җенессез үрчүне тәэмин итүче механизмнарның берсе. Тирәлек шартлары уңайлангач та, тышча ярыла, күзәнәк күп тапкырлар митоз юлы белән бүленә һәм яңа организмга башлангыч бирә.

Үсемлекләрдә *вегетатив үрчү* киң таралган. Болай үрчегәндә, яңа организм үренте бирүче үсемлек күзәнәкләреннән барлыкка килә, шуңа күрә вегетатив үрчү нәтиҗәсендә үсеп чыккан яшь үсемлекләр үзләренә башлангыч биргән элгәр үсемлекнең нәселдәнлек билгеләрен алалар.

Кайбер гөмбәләрдә һәм хайваннарда, мәсәлән гидраларда, ата-ана тәненең кечкенә генә бер өлеше аерыла, һәм шуннан яңа организм үсеп китә. Җенессез үрчүнең бу ысулын *бөреләнү* дип атыйлар. Бөре ана заттан аерылып китәргә мөмкин, ул чакта яңа организм мөстәкыйль яши башлый.

Шул рәвешле, җенессез үрчү нәтиҗәсендә, генетик яктан бердәй күп санлы организмнар барлыкка киләләр. Нәселдәнлек билгеләре буенча алар тулысынча үзләренә тереклек биргән организмнарны кабатлыйлар.

Җенси үрчү. Җенси үрчү, кагыйдә буларак, ата һәм ана затлар катнашында бара, яңа организм яралуда аларның һәркайсыннан берәр генә җенес күзәнәге — *гамета* (күкәй күзәнәк яисә сперматозоид) катнаша. Бу күзәнәкләрдә хромосомалар саны ата-ана затларның җенси булмаган, ягъни тән күзәнәкләреннән ике тапкырга кимрәк була. Гаметалар кушылу нәтиҗәсендә аталанган күкәй күзәнәк — *зигота* барлыкка килә. Ул нәселдәнлек билгеләрен атадан да, анадан да ала, шуңа күрә яшь буында нәселдән килгән үзгәрүчәнлек шактый арта. Җенси үрчүнең җенессез үрчүдән өстенлеге дә шунда.

Түбән төзелешле күп күзәнәкле организмнар җенессез һәм җенси юл белән дә үрчергә мөмкин. Җепсыман суүсемнәрнең бер күзәнәге берничә тапкыр бүленә, нәтиҗәдә хромосомаларының саны ике тапкырга кимрәк, барысы да бер үк зурлыктагы хәрәкәтчән кечерәк *гаметалар* барлыкка киләләр. Моннан соң гаметалар парлашып кушылалар һәм берәр күзәнәк барлыкка китерәләр. Соңыннан бу күзәнәктән яңа затлар үсәләр. Төзелеше белән югарырак баскычта торучы үсемлекләр һәм хайваннарның җенес күзәнәкләре бертигез зурлыкта булмыйлар. Гаметаларның беришесе туклыклы матдәләргә бай һәм хәрәкәтсез, болар — *күкәй күзәнәкләр*; икенчеләре — кечкенә, хәрәкәтчән, болары — *сперматозоидлар.*

Гаметалар специальләшкән органнарда — *җенес бизләрендә* ясалалар. Югары төзелешле хайваннарда ана гаметалар (күкәй күзәнәкләр) — *күкәйлекләрдә,* ата гаметалар (сперматозоидлар) *орлыклыкларда* ясалалар.

Җенси үрчүнең *партеногенез* дип аталган төре дә шактый киң таралган. Бу очракта яңа организм аталанмаган күкәй күзәнәктән үсә.

Дафнияләрдә (торгын сулыкларда үрчи торган вак кыслачыклар) һәм үлән бетләрендә партеногенез ана затлардан гына торган берничә җәйге буында күзәтелә. Көзгә таба күкәйләрнең кайберләреннән ана кыслачыклар гына түгел, аталары да үсә: җенси процесс нәтиҗәсендә ана кыслачыклар аталанган күкәй салалар, алар кыш чыгарга яки башка уңайсыз шартларны уздырып җибәрергә сәләтлеләр. Язын кыш чыккан күкәйләрдән ана кыслачыклар үсәләр, һәм болары җәен күп санлы ана затлардан торган партеногенетик буын бирәләр.

Кайчак табигатьтә хайваннарның партеногенез күренеше бөтенләй очрамый яки сирәк очрый торган төрләрендә аны ясалма рәвештә булдырырга мөмкин. Мәсәлән, бакаың аталанмаган күкәен энә белән чәнчеп, аның үсешен стимуллаштырырга һәм бер генә җенес күзәнәгеннән

БОРИС ЛЬВОВИЧ АСТАУРОВ (1904—1974) — ватаныбызның танылган генетигы һәм эмбриологы. Төр билгеләрен нәселдән-нәселгә күчерүдә күзәнәк төшенең төп ролен эксперименталь исбат итә. Беренче булып юнәлешле токым алу ысулларын эшли һәм тут ефәкчесенең бер генә җенес затларын 100 % алуга ирешә. Шуның белән җенесне көйләү теориясенә нигез сала.

(күкәй күзәнәктән) бака үстерергә мөмкин. Нәселдәнлек билгеләрен ул фәкать анасыннан гына алачак.

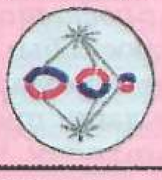
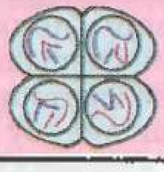
Танылган генетик Б. Л. Астауров тут ефәкчесенең партеногенетик ана буынын табу методын эшли. Бу методның асылы шуннан гыйбарәт: аталанмаган күкәй күзәнәкләрне аз гына вакыт 46 °С ка кадәр җылытып алалар. Болай эшләгәндә, тут ефәкчесенең ата затына караганда сыйфатлырак ефәк бирүче ана затларын күп санда һәм тиз үрчетергә мөмкин.

1. Җенессез һәм җенси үрчү арасында кискен аерымлыклар бармы?
2. Авыл хуҗалыгында җенессез үрчүнең нинди формаларыннан файдаланалар? Мисаллар китерегез.
3. Сезнеңчә ничек, организмнар үрчүенең күп төрләрен белүнең практик әһәмияте нидән гыйбарәт? Бу белемнәрдән кеше ничек файдалана?
4. Үрчү ысулларының төрлелеген схема рәвешендә сурәтләгез.

§22. Мейоз

Хайваннар, үсемлекләр һәм гөмбәләрнең җенси үрчүе аталанганда үзләренең төшләрен берләштереп кушылучы специальләшкән җенес күзәнәкләре — гаметалар формалашу белән бәйле. Табигый ки, зиготада хромосомалар саны һәр гаметадагыга караганда икеләтә артык булып чыга. Зиготадан үскән бөтен бер организмның күзәнәкләре дә хромосомаларның икеле җыелмасын ала. Чынлап та, күпчелек күп күзәнәкле организмнарның җенси булмаган, *соматик* (грекча «сома» — тән) күзәнәкләрендә *икеле*, яки *диплоидлы* (*2n*) хромосомалар җыелмасы була, анда һәр хромосома парлы, яки *гомологик*. Гаметаларда *берәрле*, яки *гаплоидлы* (*n*) хромосомалар җыелмасы, анда барлык хромосомалар уникаль һәм аларның парлары — *гомологлары* булмый. Күзәнәкләр бүленүнең үзенә бертөрле тибы һәм шуның нәтиҗәсендә җенес күзәнәкләре барлыкка

МЕЙОЗНЫҢ БАРЫШЫ

ФАЗАЛАР	ПРОЦЕССЛАР
МЕЙОЗДА БЕРЕНЧЕ БҮЛЕНҮ	
ПРОФАЗА I	Гомологик хромосомаларның конъюгациясе (аларның берсе—анадан, икенчесе—атадан).
МЕТАФАЗА I 	Гомологик хромосомаларның күзәнәк экваторында урнашуы.
АНАФАЗА I, ТЕЛОФАЗА I	Ике хроматидадан торган пар хромосомаларның аерылуы һәм аларның полюсларга китүе. «Бала» күзәнәкләр барлыкка килү.
МЕЙОЗДА ИКЕНЧЕ БҮЛЕНҮ	
ПРОФАЗА II, МЕТАФАЗА II, АНАФАЗА II	Телофаза I дә барлыкка килгән «бала» күзәнәкләр митотик бүленәләр. Центромералар бүленәләр, һәр ике «бала» күзәнәк хромосомаларының хроматидалары полюсларга аерылып китәләр.
ТЕЛОФАЗА II 	Дүрт гаплоидлы күзәнәкнең барлыкка килүе.

30 нчы рәсем. Мейоз схемасы

31 нче рәсем. Мейозда хромосомалар кисешүе

килү процессы *мейоз* дип атала (30 нчы рәсем). Мейозның митоздан аерымлыгы: митозда хромосомалар саны саклана, ә мейозда «бала» күзәнәкләргә хромосомалар ике тапкырга кимрәк санда күчә.

Мейоз процессы бер-бер артлы уза торган ике бүленүдән тора: I мейоз (беренче бүленү) һәм II мейоз (икенче бүленү). ДНК һәм хромосомалар бары тик I мейоз алдыннан икеләтә арта.

Мейозның *редукцион бүленү* дип аталган беренче бүленүе нәтиҗәсендә, хромосомалар саны ике мәртәбә кимрәк булган күзәнәкләр барлыкка килә. Икенче бүленүдән соң өлгергән җенес күзәнәкләре формалашу башлана.

Мейозның фазалары. Мейозның *I профазасы* вакытында икеле хромосомалар яктылык микроскобында ачык күренәләр. Һәр хромосома үзара бер центромера белән тоташкан ике хроматидадан тора. Спиральләшү процессында икеле хромосомалар кыскаралар. Гомологик хромосомалар бер-берсенә буйдан-буйга тыгыз орынып урнашалар (хроматида хроматидага туры килә). Бу процесс *конъюгация* дип атала. Бу вакытта хроматидалар еш кына аркылыга кисешәләр яисә берсе икенчесенә бөтереләләр. Аннары гомологик икеле хромосомалар бер-берсеннән этеләләр. Хроматидалар кисешкән урында аркылыга өзелү һәм өлешләре белән алмашыну була. Бу күренешне *хромосомалар кисешүе* дип атыйлар (31 нче рәсем). Шул ук вакытта, митоздагы кебек, төш тышчасы таркала, төшчек юкка чыга, орчык җепләре барлыкка килә. Мейозның I профазасы митоз профазасыннан гомологик хромосомаларның конъюгациясе һәм, хромосомалар кисешкәндә, өлешләренең үзара алмашынуы белән аерыла.

I метафазаның үзенчәлекле билгесе булып, күзәнәкнең экваториаль яссылыгында пар-пар яткан гомологик хромосомаларның урнашуы тора. Шуннан соң *I анафаза* башлана, бу вакытта һәрберсе ике хроматидадан торган бөтен хәлдәге гомологик хромосомалар күзәнәкнең капма-каршы полюсларына аерылып китәләр. (Шуны искәртик: митозда бүленү полюсларына хроматидалар китәләр.) Мейозның бу стадиясендә хромосомалар аерылып китүнең бер үзенчәлеген күрсәтеп үтү зарур булыр: һәрбер парның гомологик хромосомалары полюсларга, башка пар хромосомаларга бәйсез рәвештә, очраклы гына аерылып китәләр. Һәр полюска күзәнәк бүленә башлагандагыдан ике мәртәбә кимрәк санда хромосома туры килә. Аннан соң *I телофаза* башлана, бу вакытта хромосомалар саны ике мәртәбә кимегән ике күзәнәк барлыкка килә.

Интерфаза бик кыска, чөнки ДНК синтезы бармый. Моннан соң икенче мейотик бүленү (II мейоз) башлана. Ул митоздан шуның белән генә аерыла: *II метафазада* хромосомалар саны шул ук организмның митоз метафазасындагы хромосомаларыннан ике мәртәбә кимрәк. Һәрбер хромосома ике хроматидадан торганлыктан, II метафазада

хромосомаларның центромералары бүленәләр, һәм хроматидалар, полюсларга китеп, «бала» хромосомаларга әвереләләр. Шунда гына чын интерфаза башлана. Һәр элгәр күзәнәктән хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы белән дүрт күзәнәк барлыкка килә.

Гаметаларның төрлелеге. Өч пар хромосомалы ($2n=6$) күзәнәктәге мейозны карыйк. Ике мейотик бүленүдән соң хромосомаларның гаплоидлы җыелмасыннан ($n=3$) торган дүрт күзәнәк барлыкка килә. Һәрбер пар хромосома «бала» күзәнәкләргә икенче пар хромосомалардан бәйсез рәвештә аерылып киткәнлектән, бүленүче элгәр күзәнәкнең хромосомалары төрлечә туры килгән сигез типтагы гаметалар барлыкка килү ихтималы да шулкадәр үк.

Мейозның профазасында гомологик хромосомалар конъюгациясе һәм кисешүе нәтиҗәсендә, гаметаларның төрлелеге тагын да арта төшә.

Мейозның биологик әһәмияте. Әгәр мейоз процессында хромосомаларның саны кимемәсә, һәрбер туган яңа буында, күкәй күзәнәк белән сперматозоидның төшләре кушылганда, хромосомалар саны чиксез арта барыр иде. Мейоз аркасында өлгергән җенес күзәнәкләре гаплоид *(n)* санда хромосомалар алалар, аталанганда исә, шул төргә хас диплоид ($2n$) санны кайтаралар. Мейозда гомологик хромосомалар төрле җенес күзәнәкләренә эләгәләр, ә аталанганда, гомологик хромосомаларның парлылыгы кабат кайта. Шулай булгач, һәр төр өчен хромосомаларның даими һәм тулы диплоидлы җыелмасы, ДНКның даими саны тәэмин ителә.

Мейозда хромосомаларның кисешүе, өлешләре белән алмашыну, шулай ук гомологик хромосомаларның һәрбер пары бәйсез рәвештә аерылып китүе нәселдәнлек билгеләренең ата-анадан балага күчү закончалыкларын билгели. Диплоидлы организмнарның хромосомалар җыелмасындагы ике гомологик хромосоманың (ата һәм ананың) һәрбер парыннан күкәй күзәнәк яки сперматозоидның гаплоидлы җыелмасында бары бер генә хромосома була. Ул: 1) ата хромосомасы; 2) ана хромосомасы; 3) ана хромосомасының бер өлеше белән ата хромосомасы; 4) ата хромосомасының бер өлеше белән ана хромосомасы булырга мөмкин. Үзенчәлеге белән аерылып торган күп санлы җенес күзәнәкләре барлыкка килү процессы нәселдән килгән үзгәрүчәнлеккә китерә.

Кайбер очракларда мейоз процессының бозылуы нәтиҗәсендә, гомологик хромосомалар аерылып китә алмаганда, җенес күзәнәкләрендә гомологик хромосомалар булмаска һәм, киресенчә, ике гомологик хромосома бергә туры килергә мөмкин. Моның организм үсешендә җитди тайпылышларга яки аның үлеменә китерү ихтималы бар.

● 1. Митоз белән мейозны чагыштырыгыз, охшашлыкларын һәм аерымлыкларын әйтеп бирегез.

▶ 2. *Мейоз, хромосомаларның диплоидлы җыелмасы, хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы, конъюгация* төшенчәләрен тасвирлагыз.

● 3. Мейозның беренче бүленүендә гомологик хромосомаларның бәйсез аерылышуы нинди әһәмияткә ия?

● 4. Мейозның биологик әһәмияте нәрсәдә?

○ Хайваннарда аталану процессы турында зоология курсыннан исегезгә төшерегез.

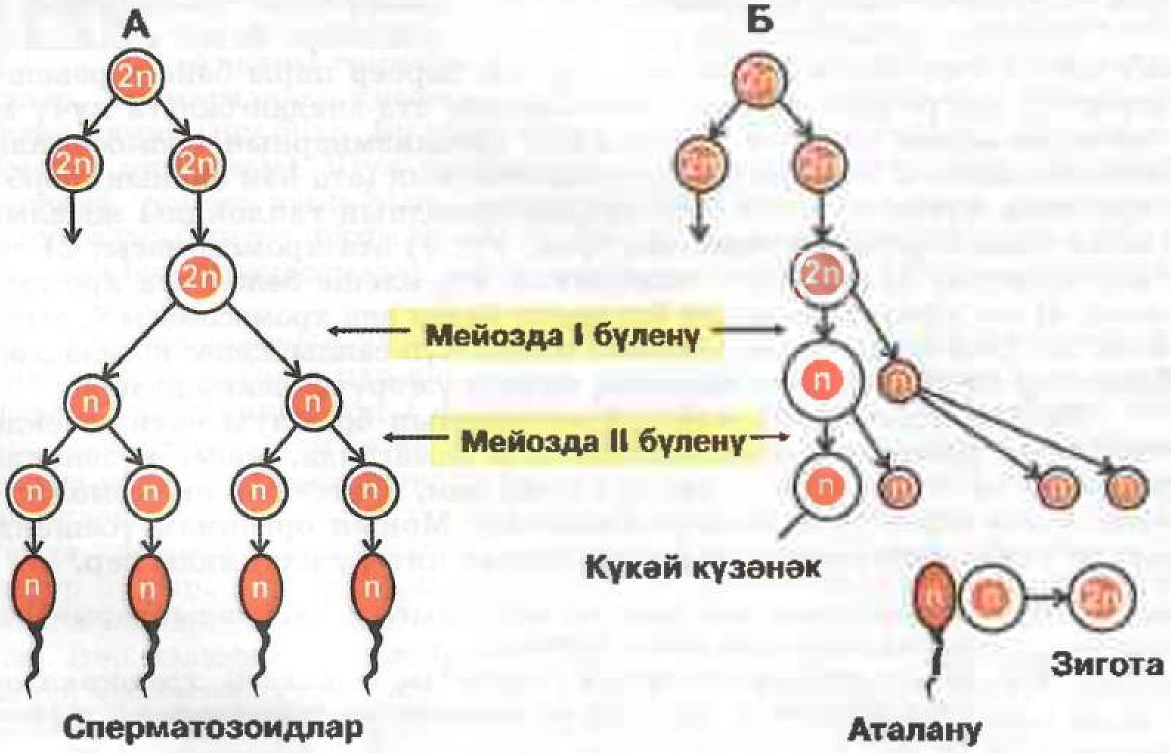
§ 23. Җенес күзәнәкләре барлыкка килү һәм аталану

Сперматогенез һәм овогенез. Без тикшереп узган мейоз схемасы буенча кешедә һәм хайваннарда ата җенес күзәнәкләре ясалу процессы, ягъни *сперматогенез* бара. 32 нче рәсемдә (*А*) сперматогенез схемасы күрсәтелә.

Сперматогенез өлгермәгән җенес күзәнәкләренең зураюыннан һәм мейозның беренче бүленүеннән башлана. Элгәр күзәнәктән ике күзәнәк барлыкка килеп, мейозның икенче бүленүен уздыралар. Ике мейотик бүленү нәтиҗәсендә, һәрбер өлгермәгән ата җенес күзәнәгеннән хромосомалары гаплоид җыелмалы *(n)* өлгергән дүрт күзәнәк барлыкка килә. Бу күзәнәкләрнең сперматозоидларга әверелүе катлаулы үсү һәм специальләшү процесслары белән бәйле, ләкин күзәнәк бүленүеннән башка бара.

Ана җенес гаметалары барлыкка килү — *овогенез* — шушы ук схема буенча, ләкин кайбер җитди аермалар белән уза.

Мейозның беренче бүленүендә дә һәм икенчесендә дә, цитоплазманың бертигез бүленмәве аркасында, яралгы үсеше өчен кирәкле туклыклы матдәләр бер күзәнәктә күбрәк туплана. Шулай булгач,



32 нче рәсем. Җенес күзәнәкләре барлыкка килү.
Сперматогенез (*А*) һәм овогенез (*Б*); 2*n* — хромосомаларның диплоидлы җыелмасы; *n* — хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы

хромосомалары гаплоид җыелмалы (n) бер күкәй күзәнәк һәм өч кеч-кенә күзәнәкчек (юнәлтүче тәнчекләр) барлыкка килә (32 нче рәсем, *Б*), соңыннан алар юкка чыгалар. Овогенез вакытында берьюлы ике процесс бара: мейоз һәм күкәй күзәнәк *өлгерүе*. Өлгергәндә, күкәй күзәнәк шактый зурая.

Сперматогенез белән овогенез арасындагы мондый аерымлык аркасында сперматозоидлар күкәй күзәнәккә караганда шактый артыграк барлыкка килә. Бу күбрәк күкәй күзәнәкне аталандыру һәм, димәк, төрнең сакланып калуын тәэмин итү өчен кирәк.

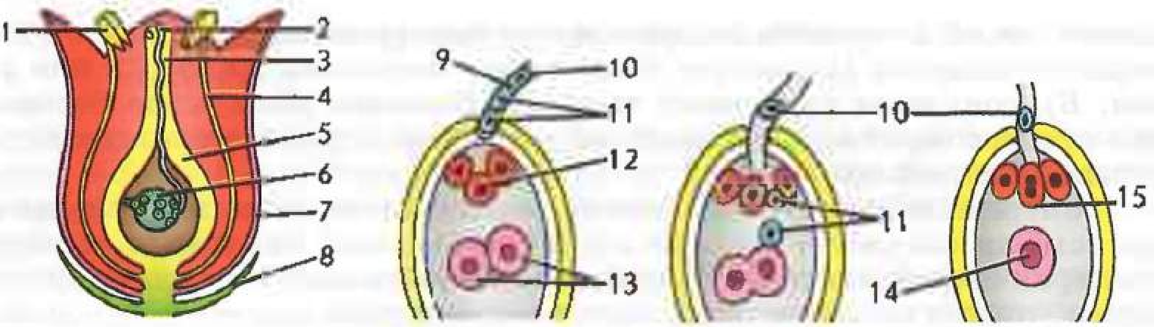
Җенес күзәнәкләренең төзелеше. Төрле организмнарның күкәй күзәнәкләре төзелеше һәм зурлыклары белән аерылып торалар. Мәсәлән, тычканда аның диаметры 60 мкм чамасы булса, кешедә — 150—200 мкм, ә тәвә кошының берничә сантиметрга җитә. Күкәй күзәнәк йомры була, аның цитоплазмасында митохондрияләр, рибосомалар, сары бөртекләр һәм аксым рәвешендәге туклыклы матдәләрнең зур тупланмасы урнашкан. Күкәй күзәнәкнең төше аксым биосинтезына бәйле актив функция алып бара.

Сперматозоидлар күкәй күзәнәкләрдән күпкә вак. Төрле хайваннарда алар төрле формада, ләкин күпчелегенең башчасы һәм койрыкчыгы була. Күкәй күзәнәктән аермалы буларак, сперматозоид күзәнәкләре, өлгергәндә, мейоздан соң кичерәләр. Төш, кечерәеп, сперматозоидның башчасына күчә, цитоплазманың күп өлеше юкка чыга, аталанганда, күкәй күзәнәкнең тышчасын эретүдә катнашучы Гольджи комплексы гына кала. Митохондрияләр койрыкчык төбенә тупланалар һәм аның тирбәнүләре өчен энергия бирәләр. Койрыкчык тирбәнешләр ясау сәбәпле, сперматозоид үз тирәлегендә хәрәкәт итә һәм күкәй күзәнәккә якынлаша.

Хайваннарда аталану процессы. Төрле хайваннарда һәм үсемлекләрдә җенес күзәнәкләренең саны һәм зурлыгы төрлечә. Ләкин шундый закончалык күзәтелә: сперматозоидның күкәй күзәнәк белән очрашу ихтималы азрак булган саен, организмда күбрәк җенес күзәнәкләре барлыкка килә. Мәсәлән, балыклар уылдыкны (күкәй күзәнәкләр) һәм сперманы турыдан-туры суга чәчәләр. Кайбер балыкларның уылдыклары гаять зур санда була (тәрәч 10 млн га якын уылдык чәчә). Югары төзелешле үсемлекләрдә һәм хайваннарда, гадәттә, күкәй күзәнәкләр аз санда (берничә дистә) ясала, чөнки аларда, сперматозоидларның (яисә серкәләрнең) саны күбрәк булганда, аталану ихтималы зуррак.

Аталану процессы берничә этаптан тора: сперматозоидның күкәйгә үтеп керүе, ике гаметаның гаплоидлы төшләре кушылып, диплоидлы зигота күзәнәге барлыкка килү, бу күзәнәкнең бүлгәләнүе һәм алдагы үсеше өчен активлашуы.

Хайваннарда аталануның ничек узуын бака мисалында тикшерик. Аталанмаган уылдык (күкәй күзәнәк) тышкы тирәлекнең уңайсыз шартларыннан саклаучы берничә кат тышча белән капланган. Сперматозоид суда актив хәрәкәтләнә һәм башчыгының алгы очы белән ферментлар ярдәмендә күкәй күзәнәкнең саклагыч тышчаларын бораулап тишә. Сперматозоид күкәй күзәнәк эченә үтеп керү белән, аның



33 нче рәсем. Чәчәкле үсемлекләрдә икеләтә аталану.
Сулда — чәчәкнең буйга киселеме; *уңда* — серкә көпшәсенең яралгы капчыгына үтеп керүе: *1* — серкәлек; *2* — үсеп килүче серкә бөртеге; *3* — җимешлек авызчыгы; *4* — серкә җебе; *5* — җимшән; *6* — яралгы капчыгы; *7* — таҗ; *8* — касә; *9* — серкә көпшәсе; *10* — вегетатив төш; *11* — спермалар; *12* — күкәй күзәнәк; *13* — үзәк күзәнәкләр; *14* — эндосперм яралгысы; *15* — зигота

тышчалары башка сперматозоидларны үткәрмәүчәнгә әйләнә. Бу — күкәй төшенең бер генә сперматозоид төше белән кушылуын тәэмин итә. Кайбер хайваннарда күкәй күзәнәккә ике яки берничә сперматозоид үтеп керә, ләкин аталануда берсе генә катнаша, калганнары үлә. Нәтиҗәдә күкәй күзәнәк аталанган һәм хромосомалары икеле, диплоидлы җыелмалардан торган күзәнәккә әверелгән булып чыга.

Үсемлекләрдә аталану процессы. Үсемлекләрдә һәм хайваннарда аталану процессы, нигездә, охшаш булса да, үсемлекләрдә аның үз үзенчәлеге бар. Хромосомалар җыелмасы диплоидлы булган чәчәкле үсемлектә бара торган аталануны мисалга алып тикшерик. Бу очракта серкәлектә гаплоидлы микроспоралар — серкә бөртекләре ясала.

Серкә бөртегенең гаплоидлы төше ике төшкә бүленә: берсе — вегетатив, икенчесе — генератив төш. Гадәттә, шушы вакытта серкә бөртеге җимешлек авызчыгына эләгә һәм, серкә көпшәсе хасил итеп, җимшәнгә таба үсә. Җимшәндә берничә гаплоидлы күзәнәк урнашкан яралгы капчыгы була, шуның берсе — күкәй күзәнәк. Серкә көпшәсендә генератив төш тагын бер тапкыр бүленә һәм ике спермий хасил итә. Аның берсе күкәй күзәнәк белән кушыла, һәм нәтиҗәдә хромосомалары диплоид җыелмалы зигота барлыкка килә. Бу зиготадан орлыкның диплоидлы яралгысы — яңа үсемлек үсә. Икенче спермий үзәк күзәнәкләрнең ике төше белән кушыла. Нәтиҗәдә триплоидлы эндосперм, ягъни хромосомаларның өчле җыелмасы булган эндосперм барлыкка килә (33 нче рәсем). Мондый эндоспермның күзәнәкләрендә үсемлек яралгысының үсеше өчен кирәкле туклыклы матдәләр тупланган була. Бу процессны *икеләтә аталану* дип атыйлар. Аны рус галиме, танылган ботаник С. Г. Навашин ачты.

Аталануның биологик әһәмияте. Аталануның биологик әһәмияте, ата һәм ана җенес күзәнәкләре кушылып, яңа организм барлыкка килүдән гыйбарәт. Җенес күзәнәкләре, гадәттә, ике җенес затныкы булганлыктан, яңа организм икесенең дә билгеләрен берләштерә.

Мейозда җенес күзәнәкләре ясалганда, хромосомалары төрле комбинациядә булган гаметалар барлыкка килә. Шуңа күрә, аталанганнан соң, яралгы организмнар да үзләрендә төрле комбинацияләрдә кушылган ата-ана билгеләрен йөртәләр. Нәтиҗәдә организмнар арасында нәселдәнлек билгеләренең гаять зур төрлелеге күзәтелә.

● 1. Ана һәм ата җенес күзәнәкләре арасында нинди җитди аерымлыклар бар?
► 2. Тышкы аталану белән чагыштырганда, эчке аталануның өстенлеге нәрсәдә?
● 3. Сперматозоид һәм күкәй күзәнәк өлгергәндә, алар белән нәрсә була?
● 4. Чәчәкле үсемлекләрдә эндоспермның әһәмияте нәрсәдә?
● 5. Аталануның биологик әһәмияте нидән гыйбарәт?
○ Кеше анатомиясе, физиологиясе һәм гигиенасыннан исегезгә төшерегез: кеше яралгысының үсеше ничек бара? 17 нче параграфны кабатлагыз.

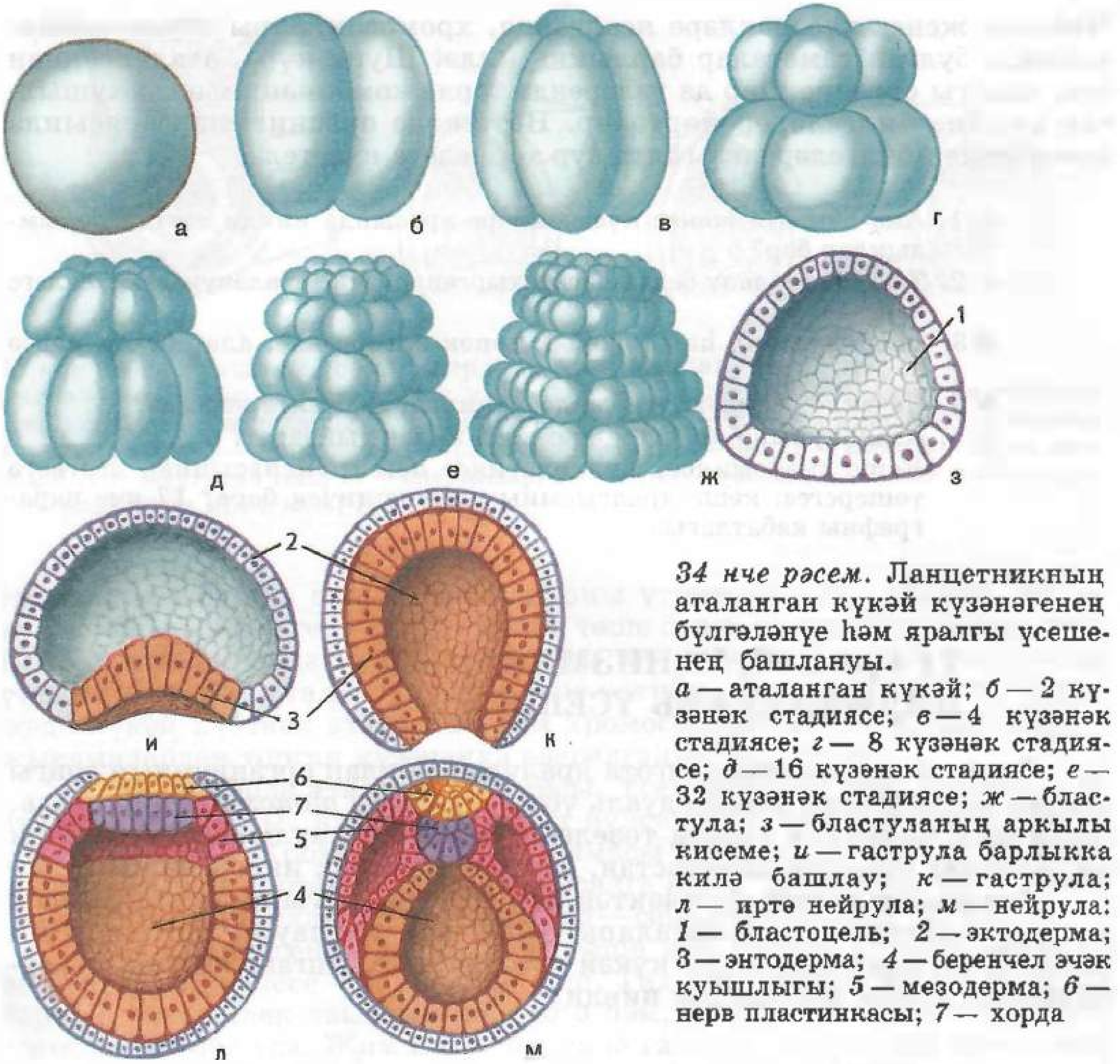
VI бүлек. ОРГАНИЗМНАРНЫҢ ИНДИВИДУАЛЬ ҮСЕШЕ

Теләсә нинди затның зигота яралудан башлап организмның соңгы көненә кадәр булган индивидуаль үсеш процессы *онтогенез* дип атала. Онтогенез, организм үзенең төзелеше белән катлаулылыкның нинди баскычында торуына карамастан, барлык тереклек ияләренә хас.

Аталанган күкәй күзәнәктән бер-берсенә аз гына да охшамаган күпләгән орган һәм тукымалары белән яңа катлаулы организм ни рәвешле үсә соң? Аталанган күкәй күзәнәккә салынган генетик информациянең ачылу механизмы нинди?

§ 24. Организмнарның яралгы чорындагы һәм постэмбриональ үсеше

Зиготаның бүлгәләнүе. Аталанганнан соң берничә сәгать үткәч, яралгы үсешенең *бүлгәләнү* дип аталган беренче стадиясе башлана; бүлгәләнү нәтиҗәсендә, зигота митоз юлы белән ике күзәнәккә бүленә. Бу ике күзәнәк (34 нче рәсем) бер-берсеннән аерылмыйлар. Аларның һәркайсы үзе икегә бүленә, аннан соң дүрт, сигез һәм, бүлгәләнү дәвам итеп, күп күзәнәктән торган яралгы барлыкка килә. Бүлгәләнү процессында күзәнәкләрнең саны бик тиз арта, ә үзләре вагая баралар. Күзәнәкләр бүлгәләнү процессында эче куыш сфера (шар) хасил итәләр, аның эчендә куышлык — *бластоцель* барлыкка килә; куышлык ясалу моментыннан яралгы *бластула* дип атала (34 нче рәсем, *ж, з*). Бластула инде берничәшәр йөз вак күзәнәктән тора, ләкин зурлыгы белән зиготадан аерылмый.



34 нче рәсем. Ланцетникның аталанган күкәй күзәнәгенең бүлгәләнүе һәм яралгы үсешенең башлануы.

а — аталанган күкәй; *б* — 2 күзәнәк стадиясе; *в* — 4 күзәнәк стадиясе; *г* — 8 күзәнәк стадиясе; *д* — 16 күзәнәк стадиясе; *е* — 32 күзәнәк стадиясе; *ж* — бластула; *з* — бластуланың аркылы киселеме; *и* — гаструла барлыкка килә башлау; *к* — гаструла; *л* — иртә нейрула; *м* — нейрула: *1* — бластоцель; *2* — эктодерма; *3* — энтодерма; *4* — беренчел эчәк куышлыгы; *5* — мезодерма; *6* — нерв пластинкасы; *7* — хорда

Гаструла. Өч яралгы катлавы барлыкка килү. Бластула формалашканнан соң озак та үтми, яралгы үсешенең икенче стадиясе — *гаструла* башлана (34 нче рәсем, *и*, *к*). Бу стадиядә күзәнәкләрнең митотик бүленүе дәвам итә һәм яралгы төзелешендә җитди үзгәрешләр бара.

Гаструла ясалуның киң таралган ысулы булып бластула стенкасының бер урыннан эчкә иңүе тора. Гаструла вакытында күзәнәкләр митоз юлы белән бик тиз бүленәләр һәм аларның саны нык арта. Бластуладан аермалы буларак, гаструла ике катлаулы капчык формасын ала, күзәнәкләрнең тышкы катлавы *эктодерма* дип атала. Гаструла куышлыгының эчке ягын каплап алган катлау *энтодерма* дип атала.

Болытсыманнар һәм эчәккуышлылардан кала, күп күзәнәкле барлык хайваннарның өченче яралгы катлавына — *мезодермага* нигез салына. Мезодерма беренче һәм икенче яралгы катлаулары — эктодерма белән энтодерма арасында үсә башлый.

Органнар барлыкка килү. Күзәнәкләрнең бүленүе һәм аларның күчә баруы гаструладан соңгы *нейрула* стадиясендә дә дәвам итә (34 нче рәсем, *л, м*). Бу стадиянең төп үзенчәлеге шунда: булачак личинка яки үсәчәк организмның аерым органнары (әгъзалары) шушы стадиядә ярала башлый. Нейрула стадиясендә эктодермадан нерв пластинкасы, ә аннан нерв көпшәсе үсеш ала. Соңрак нерв көпшәсеннән баш һәм арка мие үсә. Эктодерманың калганы тире капламының тышкы катлавына, күрү һәм ишетү органнарына башлангыч бирә. Бер үк вакытта энтодерма көпшә — булачак эчәклекне барлыкка китерә, ә аның үсентеләре үпкә, бавыр, ашказаны асты бизе булып үсеп китә. Мезодермадан хорда, мускуллар, бөерләр, кимерчәк һәм сөяк скелет, шулай ук кан тамырлары үсә башлый.

Чәчәкле үсемлекләрдә яралгының үсеше шулай ук элгәр (ана) организм эчендә — яралгы капчыгында бара. Аталанганнан соң, зигота митоз юлы белән бүленә, үз яралгысы һәм *асма* барлыкка килә. Асма яралгы капчыгы стенкасына яралгының берегүе һәм аны үз тирәсендәге тукымалардан туклыклы матдәләр белән тәэмин итү өчен хезмәт итә. Яралгыда үсемлекнең тукымалары һәм органнары ярала. Яралгыны уңайсыз шартлардан саклау өчен, махсус тышчалар белән капланган *орлык* формалаша. Орлык эчендә шулай ук эндоспермның триплоидлы тукымасы да урнаша.

Постэмбриональ үсеш. Эмбриональ үсеш стадиясе — хайваннарның күкәйдән бала чыгу, үсемлекләрнең исә орлык шытып чыгу белән тәмамлана. Организм үсешенең җенси җитлегүгә кадәр булган икенче стадиясе ***постэмбриональ үсеш*** дип атала. Организмнарның төрле төрләренең бу чоры төрлечә уза. Күп кенә хайваннарның, шул исәптән кешенең дә, балалары кечкенә һәм ярдәмгә мохтаҗ, мөстәкыйль яши башлауга сәләтсез булып дөньяга киләләр. Мәсәлән, бик зур кенгерәнең дә баласы туганда эстерхан чикләвеге кадәр генә була. Мондый хайваннарның постэмбриональ чорында күп органнары һәм нерв, ашкайнату, җенес, иммун системалары үсеп җитә. Бу очракта *туры постэмбриональ үсеш* дип әйтәләр.

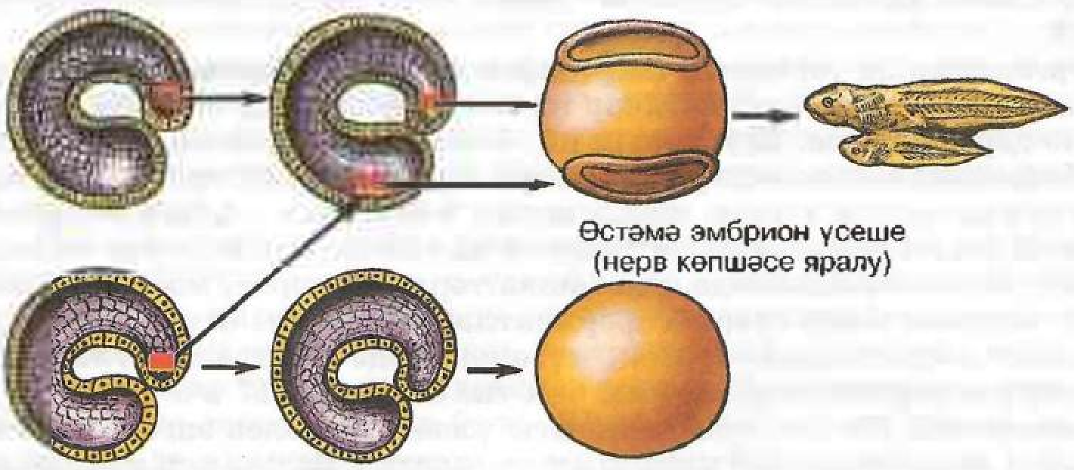
Буынтыгаяклылар, амфибияләр кебек хайваннарның постэмбриональ чоры үзенең гаять катлаулылыгы белән аерылып тора, аларның күкәйдән чыккан балалары еш кына олы организмга бөтенләй охшамый. Мәсәлән, күбәләкнең личинкасы — гусеница — төзелеше белән дә, туклану ысулы белән дә һәм яшәү тирәлеге белән дә олы бөҗәктән бик нык аерыла. Бака баласы — чукмарбаш — олы бакага түгел, күбрәк балыкка охшый. Бу — *туры булмаган постэмбриональ үсеш*, яки *әверелешле үсеш*. Андый хайваннарның постэмбриональ үсеше бер яки берничә әверелеш аша уза, бу вакытта хайванның төзелеше үзгәрә: бер орган юкка чыга, икенчесе барлыкка килә. Мәсәлән, чукмарбашның саңаклары, койрыгы юкка чыга, үпкә, очлыклар үсә. Күп кенә бөҗәкләрнең постэмбриональ үсеше тагын бер стадияне — курчак стадиясен

үз эченә ала. Бу чорда личинкага хас эчке органнар, тулысынча юкка чыгып, олы бөҗәк өчен характерлы яңа органнар белән алмашына.

Үсемлекләрдә эмбриогенез һәм организмның алга таба үсеше арасындагы чор шактый вакытны алырга мөмкин. Тышчалар эчендәге орлыклар тереклек сәләтен күп еллар саклый ала. Шытып чыгу өчен, аларга аерым шартлар, барыннан да бигрәк, дым һәм билгеле бер температура кирәк. Шытканда, яралгы күзәнәкләрендә ферментлар активлаша, запас туклыклы матдәләр файдаланыла, күзәнәкләр бүленә, органнар үсә башлый, ул *шытым* бирә, аннан зур үсемлек үсә. Кайбер үсемлекләрдә шулай ук әверелешле үсеш күзәтелә. Гадәттә, бу туплаучы органнар — үзгәргән бәбәк яки тамырлар булып торган бүлбе, суганча, тамырча барлыкка килү белән бәйле.

Күзәнәкләрнең дифференцирлашуы. Яралгының, ә аннан соң олы организмның барлык күзәнәкләре зиготадан күп тапкыр кабатланган митотик бүленүләр юлы белән барлыкка киләләр һәм бер үк санда ДНК, бер үк төрле хромосомаларга һәм бер үк геннарга ия булалар. Төрле органнар һәм тукымаларның күзәнәкләре төзелешләре һәм функцияләре белән ничек соң төрлечә, ягъни дифференцирлашкан булып чыга? Эш шунда ки, күзәнәкләрнең үзенчәлекле үзлекләре бу күзәнәкләрдә синтезланучы аксымнар белән билгеләнә. Күп күзәнәкле организмнарның күзәнәкләрендә беркайчан барлык геннар да эшкә катнашмый, ә аларның берникадәре генә эшли. Индивидуаль үсеш барышында нәкъ менә билгеле бер тукымада яки органда эшләүче геннар төрле органнарның күзәнәкләре төзелешенә һәм эшләвенә үзенчәлек кертә (7 нче параграфны һәм 10 нчы рәсемне исегезгә төшерегез).

Ярала гына башлаган органнарның күзәнәкләре үзләренә хас эшчәнлекне кинәт кенә башламый, аларның үзенчәлекле эшләве яралгы үсешенең билгеле бер стадиясендә барлыкка килә. Бүлгәләнүнең иртә стадияләрендә күп күзәнәкле яралгының аерым күзәнәкләре дифференцирлашмаган була һәм, әгәр аларны башка урынга күчереп утыртсаң, үсешенең барышын үзгәртергә мөмкин. Эмбрионның кайбер участокларындагы күзәнәкләр башкаларыннан алдарак дифференцирлаша һәм, билгеле бер геннарның транскрипциясен «эшләтә башлап» яки «эштән туктатып», янәшәсендәге органнарның үсешенә йогынты ясарга мөмкин. Геннарның активлыгын көйләүчеләр булып бу күзәнәкләрдә синтезланган төрле молекулалар — аксымнар һәм аксым булмаган матдәләр хезмәт итә (17 нче параграфны исегезгә төшерегез). Күзәнәкләрнең мондый үзара йогынтысы турындагы мәгълүматлар бер баканың гаструла стадиясендә нерв системасына башлангыч бирүче эктодерма кисәген шул ук гаструла стадиясендәге икенче бака яралгысының корсак асты эктодермасына күчереп утырту буенча үткәрелгән тәҗрибәләрдән алынган (35 нче рәсем). Үсеш процессы нормаль барганда, бу участок үзе янында урнашкан арка ягы эктодермасыннан нерв пластинкасы формалашуына йогынты ясый. Тәҗрибә шартларында, эмбрионның нормаль үсеш алган үз нерв системасыннан тыш, башка бакадан күчереп утыртылган участок тирәсендә шулай ук нерв көпшәсе,



35 нче рәсем. Үсеш алучы яралгы өлешләренең үзара йогынтысы (эктодерманың бер өлешен күчереп утырту схемасы)

хорда ярала, икенче баш һәм арка мие үсә башлый, шулай итеп, икеле эмбрион барлыкка килә. Димәк, күчереп утыртылган участок үзен чолгап алган тукымаларга йогынты ясаучы *оештыручыга* әверелә, ягъни ул үзенә юнәлеш бирә.

Янәшә участоклар үсешенә йогынты ясаучы башка оештыручылар барлыгы да беленгән. Акрынлап эшкә керешеп, алар яралгының үсеш процессы барышындагы эзлеклелекне тәэмин итәләр. Шуңа охшаш оештыручылар кошлар, имезүчеләр, умырткасызлар, үсемлекләр яралгыларының үсешен өйрәнгәндә табылган.

- 1. 34 нче рәсемнән файдаланып, *бластула, гаструла* һәм *нейрула* төшенчәләренә билгеләмәләр бирегез.
- 2. Әверелешле постэмбриональ үсешкә мисал китерегез.
- 3. Хайваннар һәм үсемлекләр онтогенезында нинди этапларны аерып күрсәтергә мөмкин?
- 4. Күзәнәкләрнең дифференцирлашуы нәрсә ул?

§25. Организм — бербөтен ул

Организмнар яши торган тирәлектәге шартлар һәрвакыт үзгәреп тора. Алар үзләрен еш кына нык сиздерә. Температура, яктылык, дымлылык, азык муллыгы, ерткычлар, паразитлар һ. б. үзгәреп тора. Шундый шартларда сакланып калу өчен, теләсә кайсы организм тышкы

факторларның зарарлы йогынтысына каршы торырга тиеш. Организмның җайлашу процессы һәрвакыт дәвам итә һәм үлгәнчегә кадәр тукталмый.

Организмның үзгәрүчән шартларга җайлашу дәрәҗәләре. Әйләнә-тирәлек шартларына организмнар ничек җайлашалар соң? Бу процесс берничә дәрәҗәдә уза. Шуларның иң әһәмиятлесе — *күзәнәк дәрәҗәсе.*

Моңа мисал итеп яшәү тирәлегенә бер күзәнәкле организмның — эчәк таякчыгының ничек җайлашуын тикшерик. Аның бердәнбер шикәрле, ягъни глюкозалы, тирәлектә яхшы үсүе һәм үрчүе билгеле. Мондый тирәлектә яшәгәндә, аңа башка төрле шикәрне, мәсәлән, лактозаны глюкозага әверелдерүче ферментлар кирәкми. Әгәр бактерияне лактозалы тирәлеккә күчерсәк, күзәнәкләрдә лактозаны глюкозага әверелдерүче ферментлар синтезы бик тиз башлана (17 нче параграфны искә төшерегез). Димәк, эчәк таякчыгы үзенең тереклек эшчәнлеген яңа шартларга яраклаштырып үзгәртә алуга сәләтле. Башка төр күзәнәкләр, шул исәптән югары төзелешле организмнар да, нәкъ мисалдагыча җайлашалар.

Организмнарның әйләнә-тирәлек шартларына җайлашу дәрәҗәләренең икенчесе — *тукыма дәрәҗәсе.* Күнегүләр тукымаларның һәм органнарның үсешенә китерә: авыр атлетика белән шөгыльләнүчеләрдә мускулларның көчле булуы, водолазларның үпкәләре нык үсеш алуы, төз атучылар һәм аучыларның үткер күзле булуы һ.б. Күнегүләр эшләп, организмның күп сыйфатларын үстерергә мөмкин. Кайбер авыруларда, бавырга көч килгәндә, аның нык зураюы күзәтелә. Шулай итеп, аерым органнар һәм тукымалар яшәү шартлары үзгәрүгә җавап бирергә сәләтле.

Үзкөйләнү. Организм — *үзкөйләнүгә* сәләтле катлаулы система ул. Үзкөйләнү организмга әйләнә-тирәлек шартларына нәтиҗәле җайлашу мөмкинлеген бирә. Югары төзелешле умырткалыларда, бигрәк тә имезүчеләрдә, ул аеруча ачык чагыла. Бу аларда нерв, кан, иммун, эндокрин һәм ашкайнату системаларының нык үсеше белән аңлатыла.

Шартлар үзгәрү, һичшиксез, бу системаларның эшен үзгәртә. Мәсәлән, без сулый торган һавада кислород җитешмәгәндә, кан әйләнеше системасының эше көчәя, йөрәк тибеше ешая, канда гемоглобинның микъдары арта. Нәтиҗәдә организм үзгәргән шартларга җайлаша.

Һаман үзгәреп торган әйләнә-тирәлек шартларында эчке тирәлекнең даимилеге организмдагы барлык системаларның бердәм эшчәнлеге белән саклана. Югары төзелешле хайваннарда бу тән температурасының, химик, ион һәм газ составының, кан басымының, сулау һәм йөрәк кыскарулары ешлыгы, кирәкле матдәләрнең туктаусыз синтезы һәм зарарлыларының таркалуы даимилегендә чагыла.

Организмда эчке тирәлекнең чагыштырмача даимилеге саклану *гомеостаз* дип атала. Гомеостаз — бербөтен организмның иң мөһим үзлеге.

Матдәләр алмашы — тереклек ияләренең төзелешен тотрыклы тоту ысулы буларак мәҗбүри шарт. Тере организм матдәләр алмашыннан

башка яши алмый. Организм белән тышкы тирәлек арасындагы матдәләр һәм энергия алмашы — тереклекнең аерылгысыз үзлеге.

Эчке тирәлекнең даимилеген саклауда *иммун* (саклагыч) *система* аерым урын тота. Аның гаять мөһим булуын дәлилләүче биологларның иң беренчеләреннән берсе булып рус галиме И. И. Мечников исәпләнә. Иммун система күзәнәкләре махсус аксым — антитәнчекләр бүлеп чыгаралар, алар бу организм өчен һәрбер чит нәрсәне актив төстә таныйлар һәм юк итәләр.

Организмнар үсешенең иртә стадияләрендә тышкы шартларның әһәмияте. Организмнарның үзкөйләнүгә һәм тирәлекнең зарарлы йогынтысына каршы тора алу сәләте кинәт кенә барлыкка килми. Эмбриональ һәм постэмбриональ үсеш дәвамында, әле күп кенә саклагыч системалар формалашмаганда, организмнар зарарлы факторлар йогынтысына аеруча сизгер була. Шуңа күрә хайваннарның да, үсемлекләрнең дә яралгысы махсус тышчалар белән яисә ана организмның үзе тарафыннан саклана. Ул я махсус тукландыручы тукыма белән тәэмин ителә, я туклыклы матдәләрне турыдан-туры ана организмыннан ала. Шуңа да карамастан тышкы шартларның үзгәрүе эмбрионның үсешен тизләтергә яки аны акрынайтырга һәм хәтта төрле бозылуларга китерергә мөмкин.

Кеше эмбрионының үсешенә аның ата-анасының алкоголь, наркотик куллануы, тәмәке тартуы зарарлы йогынты ясый. Алкоголь һәм никотин күзәнәк сулавын сүлпәнләндерә. Кислород белән җитәрлек тәэмин ителмәгәндә, күзәнәкләр кимрәк ясала, органнар җитәрлек үсеш алмый. Кислород җитешмәүгә нерв тукымасы аеруча сизгер. Булачак ананың алкоголь, наркотик куллануы, тәмәке тартуы, дару күп эчүе еш кына эмбрионның төзәлмәслек зарарлануына һәм акылга зәгыйфь яки тумыштан гарип бала тудыруга китерә. Яралгының үсеше өчен яшәү тирәлегенең төрле химик матдәләр белән пычрануы яки ионлаштыручы нурланыш та куркынычлы.

Постэмбриональ чор дәвамында үсә торган организмнар шулай ук тышкы тирәлекнең зарарлы йогынтысына бик сизгер. Бу шуның белән аңлатыла: гомеостазны булдыру системасы формалашу дөньяга килгәннән соң да дәвам итә. Шуңа күрә олы организм өчен дә агу булган алкоголь, никотин, наркотиклар балалар өчен аеруча куркынычлы. Әлеге матдәләр бөтен организмның, бигрәк тә баш миенең, үсешен тоткарлый. Бу — акыл зәгыйфьлегенә, җитди авыруларга һәм хәтта үлемгә китерә.

Биологик сәгать. Организмнар эчке тирәлек күрсәткечләрен бер үзгәрешсез тота дип әйтеп булмый. Тышкы үзгәрешләр еш кына эчке тирәлек үзгәрешләрен китереп чыгара. Ел әйләнәсендә көннең озынлыгы үзгәреп торуга, ягъни *фотопериодик шартлар* үзгәрүгә бәйле рәвештә организмнарның физиологик халәте үзгәрү — моның ачык мисалы.

Уртача климатта яшәүче күп кенә хайваннарның һәм үсемлекләрнең үрчү чоры көн озынайган вакытка туры килә. Фотопериодик шартларның үзгәрүе — бу очракта мөһим фактор. Сезонлы ритмнар бигрәк тә яфраклар коелуда, кошларның һәм имезүчеләрнең йон

алмаштыруында, үсемлекләрнең үсүдән туктавында яки кабат үсә башлавында һ. б. да ачык күренә.

Тере организмнардагы тәүлеклек, сезонлы, ай периоды күренешләрен өйрәнү барлык эукариотларның да (беркүзәнәклеләр һәм күпкүзәнәклеләр) *биологик сәгатьләргә* ия булуын күрсәтте. Башкача әйткәндә, организмнар тәүлеклек, айлык һәм сезонлы циклларны үлчәргә сәләтле.

Океанда су күтәрелү һәм чигенүнең Ай тәэсирендә булуы ачыкланды. Ай тәүлеге эчендә су я ике тапкыр, я, Җирнең кайсы районында булуга карап, бер тапкыр күтәрелә (яисә чигенә). Әледән-әле үзгәреп торган шартларда яшәүче диңгез хайваннары су күтәрелү һәм чигенү вакытын биологик сәгатьләр ярдәмендә үлчәргә сәләтле. Крабларның, актиния, ялгызак кысла һәм диңгезнең ярга якын урыннарында яшәүче башка тереклекнең хәрәкәт активлыгы, кислородны файдалануы һәм күп кенә физиологик процесслары закончалы төстә Ай тәүлеге буенча үзгәрә.

Биологик сәгать үзгәрүчән шартларга бәйле рәвештә үзенең йөрешен үзгәртә ала. Мәскәүдән Камчаткага (анда Кояш 9 сәгатькә иртәрәк чыга) очучы кешедә күп кенә физиологик функцияләрнең: тән температурасы, кан басымы, хәрәкәт активлыгы һәм тынлык халәте фазаларының ритмнары үзгәрүе бу процессның мисалы булып тора. Ерак араларга тиз очканда, биологик сәгать кинәт үзгәрми, моның өчен аңа берничә көн кирәк.

Күп кенә организмнарда тереклек эшчәнлегенең тәүлеклек ритмы яктылык һәм караңгылык алмашыну — таң ату яки эңгер-меңгер башлану белән билгеләнә. Сыерчыклар Кояш баерга бер сәгать кала, 10—30 минут эчендә төркемнәргә җыелып, төн чыгу урыннарына — уннарча километр ераклыкка очалар. Кояшка иярә торган биологик сәгатьләре булу аркасында, алар беркайчан да соңармыйлар. Гомумән, тәүлеклек периодлылык эчке һәм тышкы ритмнарның координацияләнүе нәтиҗәсендә барлыкка килә.

Күп очракларда эчке тирәлектәге периодик тирбәнешләрнең сәбәбе организмның үзендә салынган була. Хайваннарда үткәргән тәҗрибәләр шуны күрсәтте: дөм караңгылык һәм абсолют тынлык шартларында ял һәм активлык периодлары, 24 сәгатькә якын вакыт эченә сыешып, эзлекле чиратлашалар.

Шулай итеп, организмның эчке тирәлеге характеристикасы тирбәнешләрен аның даимилеген саклаучы факторларның берсе дип карарга мөмкин.

Анабиоз. Организмнар еш кына нормаль тереклек алып бару мөмкин булмаган тирәлек шартларына эләгәләр. Мондый очракларда алар *анабиоз* (грекча «ана» — яңадан, кабаттан, «биос» — тормыш), ягъни матдәләр алмашының кискен кимүе, хәтта вакытлыча тукталуы халәтенә күчәләр. Микроорганизмнарның споралары, үсемлекләрнең орлыклары, кош һәм башка хайваннарның күкәйләре — анабиотик халәтнең мисаллары. Кайбер очракларда анабиоз йөзләрчә һәм хәтта меңнәрчә ел дәвам итәргә мөмкин. Шуннан соң да орлыклар шыту

сәләтен югалтмыйлар. Аеруча нәселле терлекләрнең спермаларын һәм күкәйләрен озак саклау һәм, аннан соң файдалану өчен, аларны нык туңдыру — кешеләрнең анабиозны практик эшчәнлектә куллануының бер мисалы.

▶ 1. Организмнарның күзәнәк һәм тукыма дәрәҗәсендә тирәлек шартларына җайлашуын дәлилләүче мисаллар китерегез.
▶ 2. Алкоголь, никотин, наркотикларның организмга тәэсире ни өчен аеруча куркынычлы?
▶ 3. Сез ничек уйлыйсыз, организмнарның вакытны аера белүгә һәм анабиозга сәләтен үзкөйләнү мисаллары дияргә буламы? Җавабыгызны дәлилләп аңлатыгыз.
▶ 4. Сезнеңчә ничек, биологик сәгать һәм анабиоз турындагы белемнәрне практик эшчәнлектә кулланып буламы?
○ 14 нче параграфны кабатлагыз.

III кисәк

ГЕНЕТИКА һӘМ СЕЛЕКЦИЯ НИГЕЗЛӘРЕ

VII бүлек. НӘСЕЛДӘНЛЕК КҮРЕНЕШЛӘРЕНЕҢ ТӨП ЗАКОНЧАЛЫКЛАРЫ

Бик борынгы заманнардан кешеләрне ата-ана белән бала арасындагы охшашлыкның сәбәпләре, яңа килеп чыккан үзгәрешләрнең табигате турындагы сораулар кызыксындырып килгән. Фән һәм практика XIX гасыр урталарына гаять бай фактик материал тупласа да, организмнарның охшашлыгы һәм аерымлыгы сәбәпләре озак вакытлар сер булып тора.

Нәселдәнлек закончалыкларын ачуда беренче адымны атаклы чех тикшеренүчесе Грегор Мендель ясый. Ул нәселдәнлекнең иң мөһим законнарын ача. Г. Мендель организмның билгеләре *дискрет* (аерым) нәселдәнлек факторларына бәйле булуын күрсәтә. Аның эше үзенең тирәнлеге һәм математик төгәллеге белән аерылып тора. Әмма Г. Мендельнең бу хезмәте 1865 елдан алып 1900 елга кадәр — 35 ел буе билгесез булып тора.

Мендель законнарын кабат ачу организмнарның нәселдәнлеге һәм үзгәрүчәнлеге турындагы *генетика* фәненең нык үсүенә китерә. Нәселдәнлекнең элементар берәмлекләрен *геннар* дип атый башлыйлар. Геннарның хромосомаларда урнашуы исбатлана. Әмма аларның молекуляр структурасы озак вакытлар билгесез була.

Хәзерге вакытта генның ДНК молекуласының өземтәсе икәнлеге ачыкланды. Ген тере күзәнәктәге аксымнарның берсенең төзелешен билгели һәм шуның белән организмның билгесе яки үзлеге формалашуда катнаша (14 нче параграфны карагыз).

§ 26. Моногибрид кушылдыру. Мендельнең беренче һәм икенче законнары

Гибридологик метод. Г. Мендель тәҗрибәләренең нигезендә *гибридологик* метод ята. Аның асылы бер яки берничә билгесе буенча аерылып торган организмнарны *кушылдырудан (гибридлаштырудан)* гыйбарәт. Мондый кушылдырулардан туган буыннарны *гибридлар* дип атаганга, аның методы да гибридологик дип йөртелә.

Мендель методының бер үзенчәлеге шунда: ул тәҗрибәләр өчен *саф линияләрне* генә алган, ягъни ул файдаланган үсемлекнең үзеннән серкәләнгән яңа буынында өйрәнелә торган билге буенча төрлелек

ГРЕГОР МЕНДЕЛЬ (1822—1884)—атаклы чех галиме. Генетикага нигез салучы. Соңыннан геннар дип атала башлаган нәселдәнлек факторларын беренче булып ачкан галим.

күзәтелми. (Саф линияләрнең һәркайсында геннарның бериш җыелмасы саклангач.) Гибридологик методның икенче мөһим үзенчәлеге: Г. Мендель *альтернатив* (капма-каршы, контраст) *билгеләрнең* нәселдән-нәселгә күчүен күзәткән. Мәсәлән, кыска һәм озын сабаклы үсемлекләр; ак һәм җете кызыл чәчәкләр; орлыкларның шома һәм җыерчыклы формалары һ. б. Бу методның тагын бер мөһим үзенчәлеге шунда: берничә буын дәвамында һәрбер капма-каршы билгеләрнең төгәл исәбе алып барыла. Тәҗрибәләрдән алынган мәгълүматларны математик эшкәртеп, Г. Мендель өйрәнелә торган билгеләрнең күчүендә санча закончалыкларны ачыклый. Иң әһәмиятлесе — Г. Мендель үзенең тәҗрибәләрендә аналитик юлны сайлый: ул нәселдән-нәселгә күптөрле билгеләрнең берьюлы тулы җыелмада күчүен түгел, бәлки бер генә (яисә берничә генә) пар альтернатив билгеләрнең күчүен күзәтә.

Гибридологик метод хәзерге заман генетикасының нигезен тәшкил итә.

Беренче буынның бертөрлелеге. Мендельнең беренче законы. Өйрәнелә торган бер генә билге буенча аерылып торган ата һәм ана организмнарны кушылдыру *моногибрид* кушылдыру дип атала. Г. Мендель үзенең тәҗрибәләрен борчакта үткәрә. Күпләгән сортлар арасыннан ул беренче тәҗрибә өчен бер билге белән аерылып торган ике сортны аерып ала: сары орлыклы сортны һәм яшел орлыклыны. Борчак, кагыйдә буларак, үзеннән серкәләнеп үрчи һәм шуңа күрә сорт эчендә орлыкларның төсе буенча үзгәрүчәнлек күзәтелми. Борчакның бу үзлегеннән файдаланып, Г. Мендель орлыкның төсе (сары һәм яшел) белән аерылып торган сортларны кушып ясалма серкәләндерә. Элгәр үсемлек нинди сорттан булуына карамастан, гибрид орлыклар барысы да сары булып чыгалар.

Димәк, беренче буын гибридларда фәкать бер генә сортның билгеләре ачыла. Мондый билгеләрне Г. Мендель *доминант* (өстенлек итүче) билгеләр дип атый. Гибридларның беренче буынында ачылмаган

билгеләрне *рецессив* билгеләр дип йөртә. Әлеге тәҗрибәдә сары төс яшел төстән өстенлек итә. Шулай итеп, гибридлар буынында Г. Мендель *беренче буынның бертөрлелеген* ача, ягъни барлык гибрид орлыклар бер төстә була. Башка билгеләре белән аерылып торган сортларны кушылдырганда да шундый ук нәтиҗәләрне ала: барлык очракларда да беренче буынның бертөрлелеге һәм бер билгенең икенче билгедән өстенлек итүе күзәтелә. Алга таба бу күренеш *Мендельнең беренче законы* дип йөртелә башлый.

Соңрак генетиклар, үсемлекләрдә, хайваннарда, гөмбәләрдә төрле билгеләрнең нәселдән күчүен өйрәнеп, өстенлек итү (доминирлау) күренешенең киң таралуын беләләр.

Гибридларның икенче буынында билгеләрнең таркалуы. Мендельнең икенче законы. Г. Мендель, гибрид борчакларны чәчеп, яңа буын үстерә, алар, үзеннән серкәләнеп, икенче буын борчак бирә. Бу юлы сары орлыклар арасында яшелләре дә була. Ул барлыгы 2001 яшел һәм 6022 сары борчак ала. Шулай итеп, икенче буын гибридларының $^3/_4$ е — сары һәм $^1/_4$ е — яшел борчаклар. Димәк, икенче буында доминант билгеле нәсел белән рецессив билгеле нәселнең (сары борчаклар санының яшел борчаклар санына) чагыштырмасы 3 : 1 гә тигез. Бу күренешне ул *билгеләрнең таркалуы* дип атый.

Билгеләрнең башка парлары күчүне гибридологик анализлау да икенче буында шундый ук закончалык саклануын күрсәтә. Боларга нигезләнеп, Г. Мендель *икенче законын* — таркалу законын чыгара. *Беренче буын гибридларын кушылдырудан алган нәселдә таркалу күренеше күзәтелә:* икенче буын гибридларының дүрттән бере — рецессив билге, дүрттән өче доминант билгене йөртә.

Гомозиготалы һәм гетерозиготалы затлар. Өченче буында үзеннән серкәләнү булганда, билгеләрнең ничек күчүен ачыклау өчен, Мендель, икенче буын гибридларын үстереп, үзеннән серкәләнүдән алынган нәселгә анализ ясый. Сары орлыклардан үскән икенче буын үсемлекләренең $^1/_3$ е үзеннән серкәләнгәндә, фәкать сары борчак кына бирә. Яшел борчаклардан үскән үсемлекләрдә яшел орлыклар өлгерә. Сары орлыклардан үскән икенче буын үсемлекләрнең калган $^2/_3$ се 3 : 1 чагыштырмасында сары һәм яшел орлыклар бирә. Шулай итеп, бу үсемлекләр беренче буын гибридларына охшый.

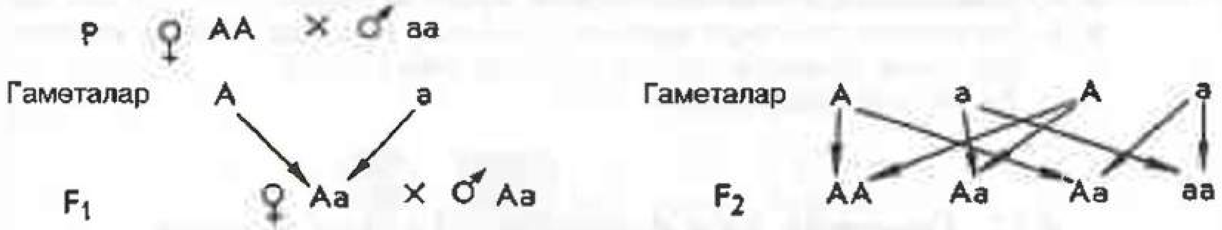
Әлеге закончалыклардан чыгып, Мендель беренче булып шундый фактны раслый: тыштан охшаш үсемлекләр нәселдәнлек билгеләре буенча нык аерылып торырга мөмкин. Икенче буында билгеләр таркалышын бирмәгән затларны *гомозиготалылар* (грекча «гомос» — тигез, «зигота» — аталанган күкәй күзәнәк) дип атыйлар. Нәселдә таркалыш булса, алар *гетерозиготалы* (грекча «гетерос» — башка, үзгә) затлар дип йөртелә.

Гибридларда билгеләрнең таркалу сәбәпләре. Гибрид буында билгеләр ни сәбәпле таркала соң? Ни өчен беренче, икенче һәм аннан соңгы буыннарда кушылдыру нәтиҗәсендә, доминант һәм рецессив билгеләр бирүче затлар барлыкка килә? Моногибрид кушылдыру буенча үткәрелгән тәҗрибә нәтиҗәләрен символлар белән язу схемасын карыйк. P — ата-ана формалар, F_1, F_2 һ. б. — беренче һәм икенче буын,

× (тапкырлау билгесе) — кушылдыруны, ♂ символы — ата җенесне (Марсның калканы һәм сөңгесе), ♀ ана җенесне (Венера көзгесе) аңлата.

Орлыкларның доминант сары төсенә тиңдәш генны — зур *A* белән; рецессив яшел төсенә тиңдәш генны кечкенә *a* белән билгелик. Соматик күзәнәкләрдә һәрбер хромосоманың ике гомологы булганлыктан, һәрбер ген ике данәдә, генетикларча әйткәндә, ике аллель рәвешендә була (27 нче параграфны карагыз). *A* хәрефе — доминант аллельне, ә *a* рецессив аллельне күрсәтә.

Моногибрид кушылдыруда зиготалар барлыкка килү схемасы болай була:



биредә *P* — ата-ана формалар, F_1 — беренче буын гибридлары, F_2 — икенче буын гибридлары.

Алга таба фикер сөреше өчен мейоздагы төп күренешләрне искә төшерик. Мейозның беренче бүленүендә хромосомалары гаплоид җыелмалы (n) күзәнәкләр барлыкка килә. Андый күзәнәкләрдә гомологик хромосомаларның һәр парыннан бер генә хромосома була, соңыннан алардан гаметалар барлыкка килә. Аталанганда, гаплоидлы гаметалар кушылудан диплоидлы ($2n$) зигота барлыкка килә. Гаплоидлы гаметалар ясалу процессы һәм, аталанганда, диплоидлылыкның кабаттан кайтуы җенси юл белән үрчүче организмнарның һәр буынында, һичшиксез, күзәтелә.

Без тикшергән тәҗрибәдә яңа буынга башлангыч бирүче һәр ике элгәр үсемлек гомозиготалы иде. Димәк, кушылуны болай яза алабыз: $P(AA \times aa)$. Аларның һәр икесе бер генә сорт гаметалар барлыкка китерергә сәләтле булуы аермачык, өстәвенә ике доминант генлы *AA* үсемлекләр *A* генын йөртүче гаметаларны гына бирә, ә ике рецессив генлы *aa* үсемлекләр *a* генлы җенес күзәнәкләрен хасил итә. Беренче F_1 буынында барысы да гетерозиготалы *Aa* нәсел булып чыга, һәм сары орлыклар гына өлгерә, чөнки доминант *A* гены *a* гены тәэсирен баса.

Андый гетерозиготалы *Aa* үсемлекләр *A* һәм *a* геннарын йөртүче ике сорт гаметалар барлыкка китерергә сәләтле. Аталанганда, дүрт тип зигота барлыкка килә: $AA+Aa+aA+aa$, моны болай язарга була: $AA+2Aa+aa$. Без тикшергән тәҗрибәдә гетерозиготалы *Aa* орлыклар шулай ук сары булганлыктан, F_2 дә сары орлыкларның яшел орлыкларга чагыштырмасы 3:1 гә тигез. *AA* геннарын йөртүче сары

орлыклардан үскән үсемлекләрнең $^1/_3$ е, үзеннән серкәләнгәндә, сары орлыклар гына бирә. *Аа* геннарын йөртүче калган $^2/_3$ сендә, F_1 гибрид үсемлекләр кебек үк, ике төрле типтагы гаметалар барлыкка килә, һәм аннан соңгы буында, үзеннән серкәләнгәндә, орлыкларның төс билгесе сары һәм яшелгә 3 : 1 чагыштырмасында таркала.

Шулай итеп, гибрид үсемлекләрдән алынган нәселдә билгеләрнең таркалуы — аларда бер билге үсеше, мәсәлән, орлыкларның төсе өчен җаваплы *А* һәм *а* геннары булу нәтиҗәсе ул.

- 1. Гибридологик методның үзенчәлеге нәрсәдә?
- 2. *Гибридлар, доминант билгеләр, рецессив билгеләр, гомозиготалар, гетерозиготалар, таркалу* терминнарын аңлатып бирегез.
- 3. Мендельнең икенче законының асылы нәрсәдә?
- 4. Ак кролик (*аа*) кара кролик (*АА*) белән кушыла. Гибрид кроликлар үзара кушыла. Алардан нинди нәсел туар?
- 22 нче параграфны кабатлагыз.

§27. Генотип һәм фенотип. Аллель геннар

Аллель геннар. Белүебезчә, гетерозиготалы затларның һәр күзәнәгендә бер үк билге үсеше өчен җаваплы ике ген — *А* һәм *а* геннары була. Бер үк билгенең альтернатив үсешен билгеләүче һәм гомологик хромосомаларның охшаш өземтәләрендә урнашучы геннар *аллель геннар*, яки *аллельләр* дип атала. Теләсә нинди диплоидлы организмның, үсемлекме ул, хайван яки кешеме, һәр күзәнәгендә теләсә нинди генның ике аллеле була. Җенес күзәнәкләре — гаметалар гына бу кагыйдәгә буйсынмый. Мейоз нәтиҗәсендә аларда хромосомаларның саны ике тапкыр кими, шуңа күрә һәр гаметада берәр генә аллель ген була. Бер генның аллельләре гомологик хромосомаларның бер үк урынында урнашалар.

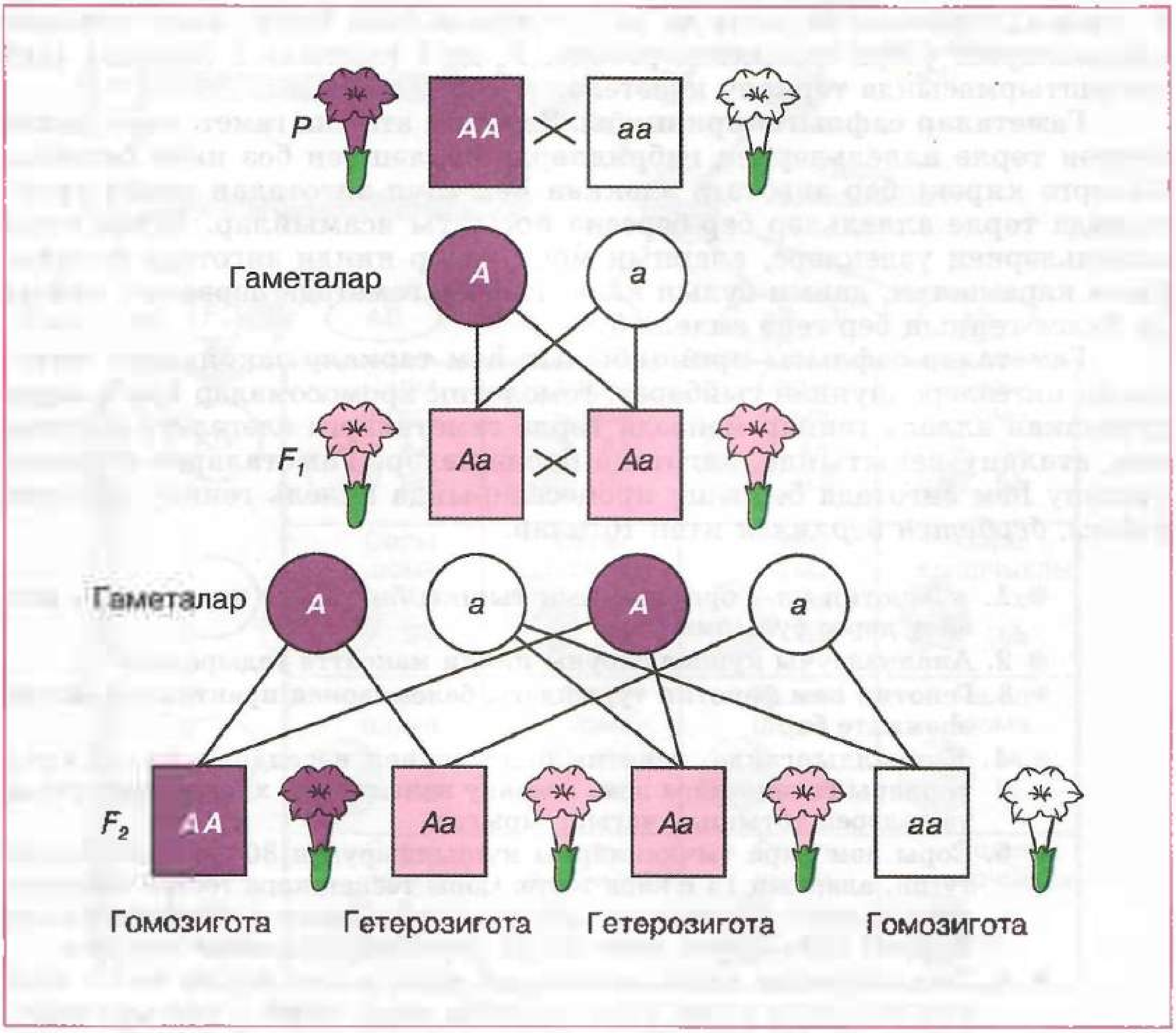
Гетерозиготалы зат схемада болай күрсәтелә: $\frac{A}{a}$.

Гомозиготалы затларның схемасы түбәндәгечә килеп чыга: $\frac{A}{A}$ яки $\frac{a}{a}$, ләкин аларны *АА* дип тә, *аа* дип тә язарга мөмкин.

Фенотип һәм генотип. F_2 гибридларының үзеннән серкәләнү нәтиҗәләрен тикшергәндә, без сары борчактан үскән үсемлекләр, тыштан барысы да охшаш, ягъни бертөрле *фенотипка* ия булган хәлдә, геннарның төрле комбинацияләренә (аны *генотип* дип йөртү кабул ителгән) ия булуын күрдек. Шул рәвешле, доминирлау күренеше аркасында фенотиплары бертөрле затлар төрле генотипларга ия булырга мөмкин. «Фенотип» һәм «генотип» — генетикада бик мөһим төшенчәләр.

Организмдагы барлык геннарның җыелмасы аның генотибын тәшкил итә. Организмның тышкы күренешеннән башлап күзәнәкләре һәм органнары төзелеше һәм функциясе үзенчәлекләренә кадәр булган *барлык билгеләр җыелмасы фенотипны тәшкил итә.* Фенотип ул генотип һәм тышкы тирәлек шартлары йогынтысында формалаша.

Анализлаучы кушылдыру. Фенотибына карап кына, затның генотибын һәрвакытта да белеп булмый. Үзеннән серкәләнүче үсемлекләрнең генотибын икенче буында билгеләргә мөмкин. Читтән серкәләнүче төрләр өчен *анализлаучы кушылдырудан* файдаланалар. Мондый кушылдыруда генотибын ачыклыйсы затны рецессив генотибы буенча гомозиготалы, ягъни *аа* генотиплы затлар белән кушылдыралар. Анализлаучы кушылдыруны мисалда тикшереп карыйк. *АА* һәм *Аа* генотиплы затлар бер үк фенотипка ия булсын, ди. Ул вакытта



36 нчы рәсем. Төн гүзәлендә тулы булмаган доминирлау

ачыкланачак билгесе буенча рецессив, ә генотибы *аа* булган зат белән кушылдырганда түбәндәге нәтиҗәләр алына:

1. *P*	$AA \times aa$	2. *P*	$Aa \times aa$
Гаметалар	*A* *a*	Гаметалар	*A*;*a* *a*
F_1	*Aa*	F_1	$1Aa:1aa$

Мисаллардан күренгәнчә, доминант ген буенча гомозиготалы затлар F_1 дә таркалу бирми, ә гетерозиготалы затлар гомозиготалы зат белән кушылганда, F_1 дә үк таркалу күзәтелә.

Тулы булмаган доминирлау. Гетерозиготалы организмнар фенотиплары белән доминант ген буенча гомозиготалы ата-анага һәрвакытта да туры килеп бетмәскә мөмкин. Еш кына гетерозиготалы нәсел арадаш фенотипка ия була, мондый очракларда *тулы булмаган доминирлау* диләр (36 нчы рәсем). Мәсәлән, ак чәчәкле (*аа*) төн гүзәле дигән үсемлекне кызыл чәчәкле (*AA*) үсемлек белән серкәләндергәндә, F_1 гибридларының барысы да алсу чәчәкле (*Aa*) була. Алсу чәчәкле гибридларны үзара серкәләндергәндә, F_2 дә 1 (кызыл) : 2 (алсу) : 1 (ак) чагыштырмасында таркалу күзәтелә.

Гаметалар сафлыгы принцибы. Зиготага ата-ана гаметалары белән кергән төрле аллельләрнең гибридларда берләшүен без инде беләбез. Әйтергә кирәк: бер зиготага эләккән һәм шул зиготадан үскән организмда төрле аллельләр бер-берсенә йогынты ясамыйлар. Шуңа күрә аллельләрнең үзлекләре, аларның моңа кадәр нинди зиготада булуларына карамастан, даими булып кала. Һәрбер гаметада һәрвакыт кайсы да булса генның бер генә аллеле була.

Гаметалар сафлыгы принцибының һәм таркалу законының цитологик нигезләре шуннан гыйбарәт: гомологик хромосомалар һәм аларда урнашкан аллель геннар мейозда төрле гаметаларга эләгәләр, ә аннан соң, аталану вакытында, зиготада берләшәләр. Гаметаларга бүленеп урнашу һәм зиготада берләшү процессларында аллель геннар үзләрен *бәйсез, бербөтен берәмлек* итеп тоталар.

● 1. «Фенотип ул — организмның тышкы билгеләре җыелмасы» дип әйтү дөрес булырмы?

● 2. Анализлаучы кушылдыруны нинди максатта уздыралар?

▶ 3. Генотип һем фенотип турындагы белемнәрнең практикада нинди әһәмияте бар?

▶ 4. Кушылдырганда, генетик билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү типлары белән мейоз һәм, аталану вакытында, хромосомаларның үз-үзләрен тотышын чагыштырыгыз.

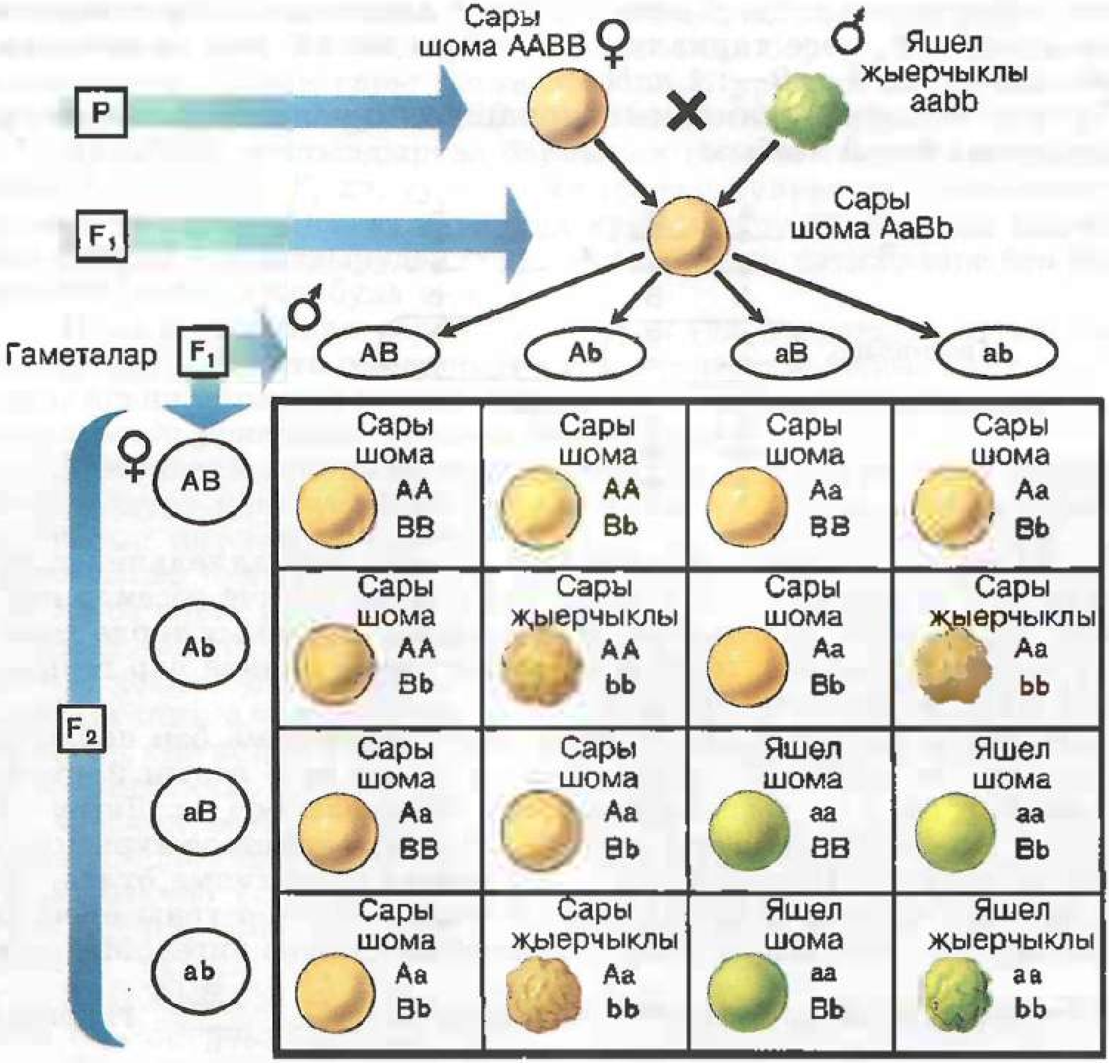
▶ 5. Соры һәм кара тычканнарны кушылдырудан 30 тычкан баласы туган, аларның 14 е кара төстә. Соры төснең кара төстән өстенлек итүе билгеле. Тычканнарның ата-ана буынының генотибы нинди булган? Мәсьәләнең чишелешен дәреслек азагыннан карагыз.

▶ 6. Коңгырт-кара күзле ата-анадан туып үскән зәңгәр күзле егет коңгырт-кара күзле кызга өйләнә, аның әтисе — коңгырт-кара, ә әнисе зәңгәр күзле була. Бу никахтан зәңгәр күзле ир бала туа. Биредә искә алынганнарның барысының да генотипларын ачыклагыз.

§28. Дигибрид кушылдыру. Мендельнең өченче законы

Бер билгенең нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларын (моногибрид кушылдыруны) ачыклаганнан соң, Мендель ике пар аллель геннар йогынтысындагы билгеләрнең нәселгә күчүен өйрәнә башлый. Ике пар аллель буенча аерылып торган затлар катнашында уза торган кушылдыруны *дигибрид кушылдыру* дип атыйлар.

Һәр организмда билгеләр бик күп, ә хромосомалар санаулы гына булганлыктан, бу хромосомаларның һәрберсендә геннар күп булырга тиеш. Дигибрид кушылдыруның нәтиҗәләре күзәтелә торган билге өчен җаваплы геннарның бер хромосомадамы, әллә төрледәме урнашуына бәйле. Шактый соңрак ачыкланганча, дигибрид кушылдыруда



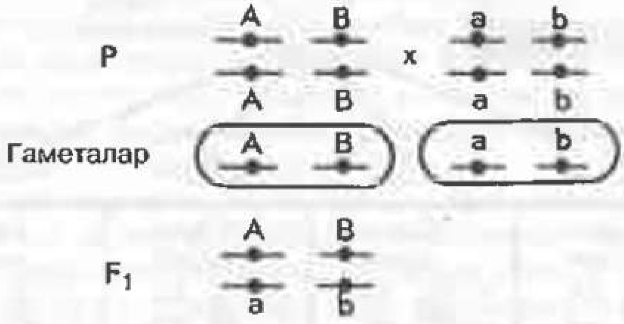
37 нче рәсем. Дигибрид кушылдыруда борчакның төсе һәм формалары нәселдән-нәселгә күчү механизмы. Пеннет челтәре

Мендель төрле хромосомаларда яткан геннар йогынтысындагы билгеләрнең нәселгә күчүен өйрәнә.

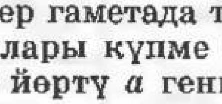
Билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчүе. Әгәр дигибрид кушылдыруда геннар хромосомаларның төрле парларында булсалар, билгеләр нәселдән-нәселгә бер-берсенә бәйсез күчә.

Мендель тәҗрибәсеннән борчакта билгеләрнең нәселдән-нәселгә бәйсез күчүен тикшерик. Кушылучы үсемлекләрнең берсе — сары шома орлыклы, икенчесе — яшел җыерчыклы орлыклы (37 нче рәсем). Беренче буында барлык гибрид үсемлекләрдә сары шома орлыклар өлгерә. Икенче буында таркалу күзәтелә: 315 орлык сары шома, 108 — яшел шома, 101 — сары җыерчыклы, 32 яшел җыерчыклы орлык. Шулай итеп, F_2 дә якынча 9 сары шома орлык (*A—B—*), 3 сары җыерчыклы (*A—bb*), 3 яшел шома (*aaB—*) һәм 1 яшел җыерчыклы (*aabb*) чагыштырмасында дүрт фенотип килеп чыга, биредә «—» тамгасы *A* аллеле кебек *a* аллеле дә; *B* аллеле кебек *b* аллеле дә булырга мөмкин икәнен аңлата. F_2 дәге таркалуны кыскача болай язарга мөмкин: 9 *A—B—*; 3 *A—bb*; 3 *aaB—*; 1 *aabb*.

Хромосомаларда геннарның урнашуы күренеп торсын өчен, кушылдыруны болай язабыз:



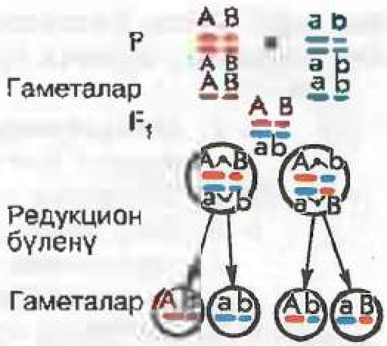
F_1 затларында гаметалар өлгергәндә, ике пар аллельнең дүрт комбинациясе булуы мөмкин. Моның механизмы 38 нче рәсемдә күрсәтелгән. Бер генның аллельләре, белгәнегезчә, һәрвакыт төрле гаметаларга эләгәләр. Бер пар генның аерылып китүе икенче пар генның аерылып китүенә йогынты ясамый.

Әгәр, мейоз барганда, *A* генын йөртүче хромосома бер полюска китсә, шушы ук полюска, ягъни шул ук гаметага *B* генын йөртүче хромосоманың да, *b* генлысының да эләгү ихтималы бер үк. Димәк, *A* генының *B* гены белән дә һәм *b* гены белән дә бер гаметада туры килү ихтималы бертигез. Шулай булгач, *AB* гаметалары күпме булса, *Ab* гаметалары да шулкадәр булыр. Болай фикер йөртү *a* гены өчен дә дөрес, ягъни *aB* гаметалары саны һәрвакыт *ab* санына тигез. Мейозда хромосомаларның бәйсез бүленеше нәтиҗәсендә  гибриды

дүрт тип гаметаларны: *AB*, *Ab*, *aB* һәм *ab* типларын тигез санда барлыкка китерә. Бу күренешне Мендель ачкан, һәм ул *геннарның бәйсез бүленеше законы*, яки *Мендельнең өченче законы* дип аталган.

Ул болай әйтелә: *һәрбер пар генның бүленеше икенче пар геннарга бәйсез рәвештә бара.*

Пеннет челтәре. Геннарның бәйсез бүленешен таблицада сурәтләргә мөмкин (37 нче рәсемне карагыз). Бу таблицаны уйлап чыгарган генетик хөрмәтенә ул Пеннет челтәре дип атала. Дигибрид кушылдыруда геннарның бәйсез бүленеше вакытында дүрт тип гамета ясала, бу гаметаларның очраклы кушылуы нәтиҗәсендә барлыкка килгән зигота типларының саны 4×4 кә, ягъни 16 га тигез. Пеннет челтәрендә нәкъ шулкадәр оя. *A a* дан һәм *B b* дан өстенлек иткәнгә, төрле генотипларның фенотибы бертөрле. Шуңа күрә фенотипларның саны дүрт кенә. Мәсәлән, мөмкин булган 16 комбинациядән Пеннет челтәренең 9 оясында бер үк фенотиплы комбинацияләр, ягъни сары шома орлыклар урнашкан. Бу фенотипны билгеләүче генотиплар: 1*AABB*:2*AABb*:2*AaBB*:4*AaBb*.



38 нче рәсем. Һәрбер пар генның бәйсез бүленеше

Дигибрид кушылдыруда барлыкка килүче төрле генотипларның саны 9 га тигез. F_2 дә, тулы доминирлау булганда, фенотипларның саны 4 кә тигез. Димәк, дигибрид кушылдыру бер-берсенә бәйсез ике моногибрид кушылдырудан тора, һәм аларның нәтиҗәләре бер-берсенә өстәлгән кебек кенә була икән.

Икенче законнан аермалы буларак (ул һәрвакыт катгый үтәлә), өченче закон фәкать геннарның нәселдән-нәселгә бәйсез күчү очрагына гына, ягъни өйрәнелә торган геннар *гомологик хромосомаларның төрле парларында* урнашкан очракка гына карый.

Г. Мендель законнарының статистик характеры. *Aa*×*Aa* кушылдыруда дүрт кенә үсемлек үсеп чыкты, ди. Аларның һәркайсының генотибын төгәл әйтеп булырмы? Бу, һичшиксез, 1*AA*:2*Aa*:1*aa* чагыштырмасында булыр дип уйлау дөрес түгел. Дүртесендә дә генотип *AA* яки *Aa* булырга мөмкин. Теләсә нинди башка чагыштырмада булуы да ихтимал, әйтик, өчесе *Aa* һәм берсе *aa* генотиплы. Кушылдыру нәтиҗәләре көткән чагыштырманы (бу очракта 1:2:1) бирмәү генә таркалу законын шик астына куймый. Бу күренешнең сәбәбе генетика законнарының статистик характерда булуында гына. Икенче төрле әйткәндә, гетерозиготалар кушылудан барлыкка килгән нәсел никадәр ишле булса, нәсел фенотипларының 3:1 чагыштырмасы шулкадәр төгәлрәк үтәлә. Борчакның сары һәм яшел орлыклы сортларын кушылдыру тәҗрибәсендә Г. Мендель F_2 дә бик күп санда орлык ала, һәм шуңа күрә таркалу 3,01:1, ягъни теоретик көтелгәнгә якын чагыштырмада була.

3:1, 9:3:3:1 һәм башка чагыштырмаларның төгәл үтәлүе өйрәнелә торган гибрид затлар бик күп санда булганда гына мөмкин.

Мендель үзенең тәҗрибәләрен үткәргән чорда, фәнгә әле хромосомалар һәм геннар турында да, митоз һәм мейоз турында да билгеле булмый. Шуңа да карамастан ул таркалу нәтиҗәләрен төгәл исәпкә алып, төрле яклап уйлаганнан соң, һәр билгенең аерым нәселдәнлек

факторы белән билгеләнүен һәм бу факторларның үзе үк әйткән билгеле бер законнар буенча буыннан-буынга күчүен аңлый.

1. Мендельнең өченче законының асылы нидән гыйбарәт? Аның икенче һәм өченче законнары арасында нинди бәйләнешләр бар?
2. Дигибрид кушылдыруның цитологик нигезләре нинди?
3. Әгәр дигибрид кушылдыруның икенче буын гибридлары үзеннән серкәләнеп үрчесә, генотип һәм фенотип буенча таркалу нинди булыр (37 нче рәсемне кара)?
4. Дигибрид кушылдыруның икенче буынында һәр тугыз генотиптан берсе *aabb* белән кушылса, генотип һәм фенотип буенча нинди таркалулар булыр?
5. Моногибрид, дигибрид кушылдыруда F_2 дә ничә генотип барлыкка килер? Тригибрид кушылдыруда F_2 дә ничә генотип булыр? Полигибрид кушылдыру очрагы өчен F_2 дә генотиплар санының гомуми формуласын чыгарып карагыз.
6. Томатта йомры җимешләр (*A*) — грушасыман җимешләрдән (*a*), кызыл җимешләр (*B*) сарылардан өстенлек итә, ягъни доминирлый. Йомры кызыл җимешле үсемлек сары төстәге грушасыман җимешле үсемлек белән кушылган. Яңа буын үсемлекләрнең 25% ы — йомры кызыл җимешләр, 25% ы — кызыл төстәге грушасыман җимешләр, 25% ы — йомры сары җимешләр, 25% ы сары төстәге грушасыман җимешләр (1:1:1:1 нисбәтендә) биргән. Әлгәр һәм яңа буын үсемлекләрнең генотиплары нинди? Мәсьәләнең чишелешен дәреслекнең азагыннан карагыз.
7. Гаиләдә күзенең һәм чәченең төсе белән әтисенә охшаган зәңгәр күзле, коңгырт чәчле бала туган. Әнисе — коңгырт-кара күзле, коңгырт чәчле, әнисе ягыннан әбисе — зәңгәр күзле, коңгырт чәчле; бабасы — коңгырт-кара күзле, сары чәчле; әтисе ягыннан әбисе һәм бабасы — коңгырт-кара күзле, коңгырт чәчле. Бу гаиләдә зәңгәр күзле, сары чәчле бала туу ихтималлыгын билгеләгез. Коңгырт-кара күз — зәңгәр күздән, чәчнең коңгырт төсе сарыдан доминирлый.

§ 29. Геннарның тоташып күчүе

Тоташулы төркемнәр. Һәр организмда геннар саны, билгеләп үтелгәнчә, хромосомалар саныннан шактый күбрәк. Шулай булгач, бер хромосомада күп геннар урнашкан була. Гомологик хромосомаларның бер парында урнашкан геннар нәселдән-нәселгә ничек күчәләр соң?

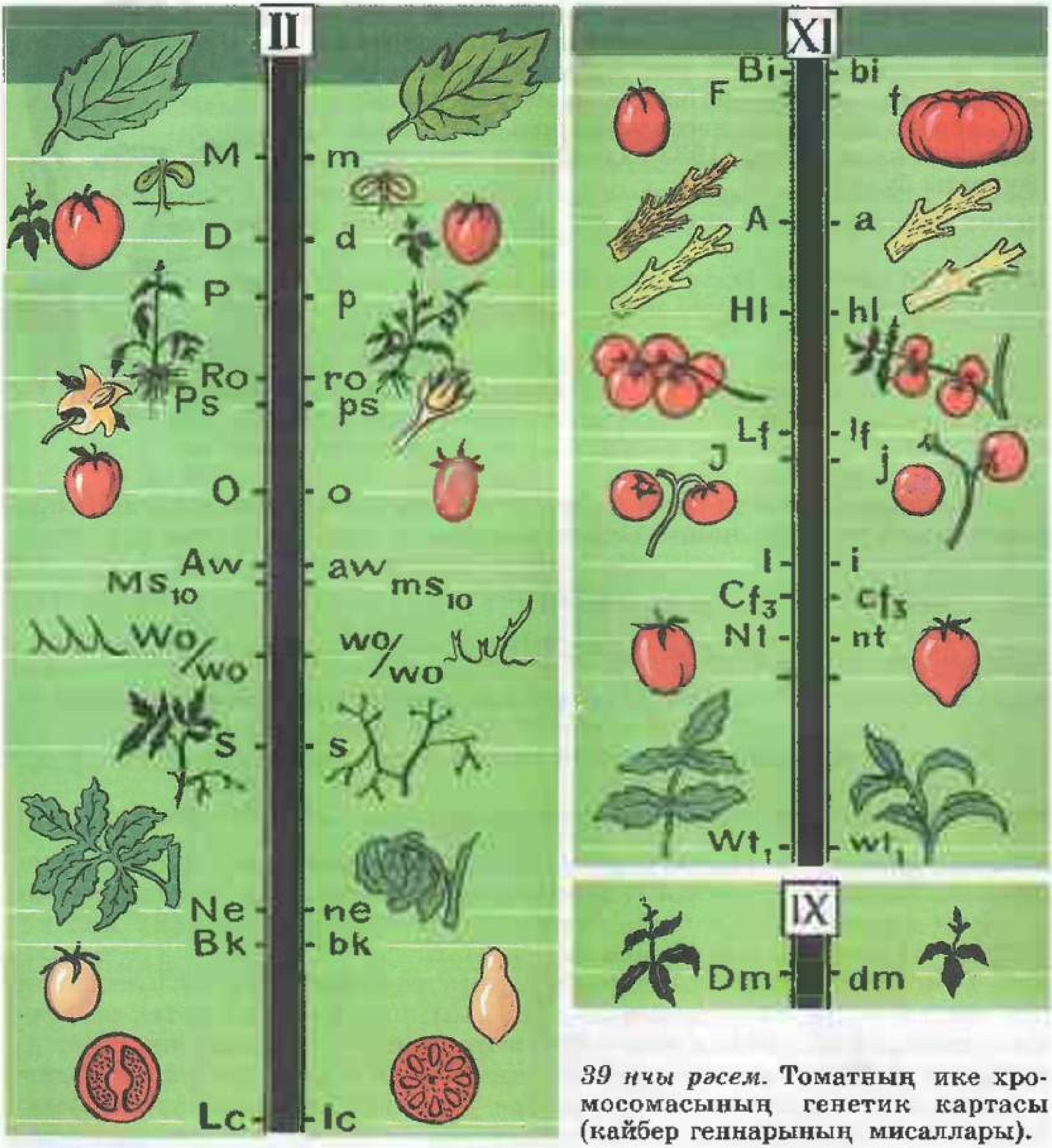
Пар гомологик хромосомалардагы аллель булмаган геннарның нәселдән-нәселгә күчүен өйрәнү өлкәсендә Америка галиме Т. Морган һәм аның шәкертләре зур эш башкаралар. Галимнәр раславынча, бер хромосомадагы геннар нәселдән-нәселгә бергә, яки *тоташып* күчәләр. Бер хромосомада урнашкан геннар төркемнәрен *тоташулы төркемнәр* дип атыйлар. Тоташкан геннар хромосомада бер сызык буйлап урнашалар. Тоташулы төркемнәрнең саны генетикасы яхшы өйрәнелгән объектларда ничә пар хромосома булуга, ягъни хромосомаларның гаплоид санына тигез. Кешедә 23 пар хромосома һәм 23 тоташулы төркем, борчакта 7 пар хромосома һәм 7 тоташулы төркем һ. б.

ТОМАС ГЕНТ МОРГАН (1866—1945)—Америка эмбриологы, генетигы. Беренче булып җимеш чебене дрозофилада үзенең тикшеренүләрен башлап җибәргән галим. Морган һәм аның мәктәбе шушы тәҗрибәләр нигезендә нәселдәнлекнең хромосома теориясен иҗат итәләр. 1933 елда Нобель премиясе лауреаты була.

Геннарның нәселдән-нәселгә тоташып күчүе һәм аркылы кисешүе (алмашуы) күренеше. Бер хромосомада ике ген булган зат нинди тип гаметалар бирер, шуны тикшерик: $\frac{AB}{ab}$ генотиплы зат гаметаларның ике тибын бирә. Беренче тибы $\underline{ab}$ һәм икенчесе $\underline{AB}$. Алар тигез санда була һәм ата-ана хромосомасындагы геннар комбинациясен кабатлый. Мондый гадәти гаметалардан тыш, яңа төр—$\underline{Ab}$ һәм $\underline{aB}$ гаметаларының да булуы ачыкланды. Алар үзләрендә геннарның яңа комбинацияләрен йөртүләре белән ата-ана хромосомаларыннан аерылып торалар. Мондый гаметаларның *гомологик хромосомаларның аркылы кисешүе* аркасында барлыкка килүе расланды (22 нче параграф, 31 нче рәсемне карагыз).

Гомологик хромосомалар мейоз процессында аркылы кисешәләр һәм бүлемтекләрен алмашалар. Шуның нәтиҗәсендә бөтенләй яңа хромосомалар барлыкка килә. Ике тоташкан генның аркылы кисешү ешлыгы кайбер очракларда бик зур, икенче очракта азрак булырга мөмкин. Бу—хромосомада геннарның үзара нинди ераклыкта торуына бәйле. Бер хромосомада урнашкан аллель булмаган ике ген арасында аркылы кисешү ешлыгы (проценты) алар арасындагы ераклыкка туры пропорциональ. Хромосомада геннар никадәр якын урнашсалар, берберсенә шулкадәр тыгызрак тоташалар һәм, аркылы кисешкәндә, сирәгрәк аерылалар. Һәм, киресенчә, геннар бер-берсеннән никадәр ерак торсалар, алар шулкадәр көчсезрәк тоташа һәм аркылы кисешү дә ешрак була. Шулай булгач, хромосомада геннарның бер-берсеннән ераклыгына карап, аркылы кисешү ешлыгы турында фикер йөртергә мөмкин.

Димәк, бер хромосомада тупланган геннарның тоташуы абсолют булмый. Гомологик хромосомалар арасында бара торган аркылы



39 нчы рәсем. Томатның ике хромосомасының генетик картасы (кайбер геннарының мисаллары).

II хромосома: D — нормаль биеклектәге үсемлек; d — кәрлә үсемлек; O — йомры җимеш; o — оваль җимеш; Ne — нормаль яфраклар; ne — авыру яфраклар; Bk — йомры җимеш; bk — очлаеп торган җимеш. XI хромосома: F — шома җимеш; f — кырлы җимеш; Lf — яфраксыз чәчәк төркеме; lf — яфраклы чәчәк төркеме

кисешү геннарны һәрвакыт «аралаштырып тора»: аларның *рекомбинациясенә* китерә. Т. Морган һәм аның шәкертләре, геннарның тоташып күчү һәм аркылы кисешү күренешләрен өйрәнеп, *хромосомалар картасын* төзергә һәм анда геннарның урнашу тәртибен билгеләргә мөмкин булуын күрсәттеләр. Бу принцип буенча төзелгән

генетик карталар кукуруз, кеше, тычкан, чүпрә, бодай, борчак, томат (39 нчы рәсем), җимеш чебене дрозофила кебек яхшы өйрәнелгән организмнар өчен булдырылган.

Геолог яки моряк картасыз эшли алмаган кебек, генетик та үзе эш итә торган объектка генетик картасыз тотына алмый. Хәзерге вакытта генетик карта төзүнең берничә нәтиҗәле методы табылды. Нәтиҗәдә төрле төрләрнең геномнары төзелешен, ягъни хромосомаларның гаплоидлы җыелмасындагы барлык геннар тупланмасын чагыштыру мөмкинлеге туды; бу — генетика, селекция, шулай ук эволюцион тикшеренүләр өчен гаять әһәмиятле.

▶ 1. 39 нчы рәсемнән файдаланып, генетик карталарда нәрсә күрсәтелүен аңлатып бирегез. Генетик карталарның практик әһәмиятен мисалларда дәлилләгез.

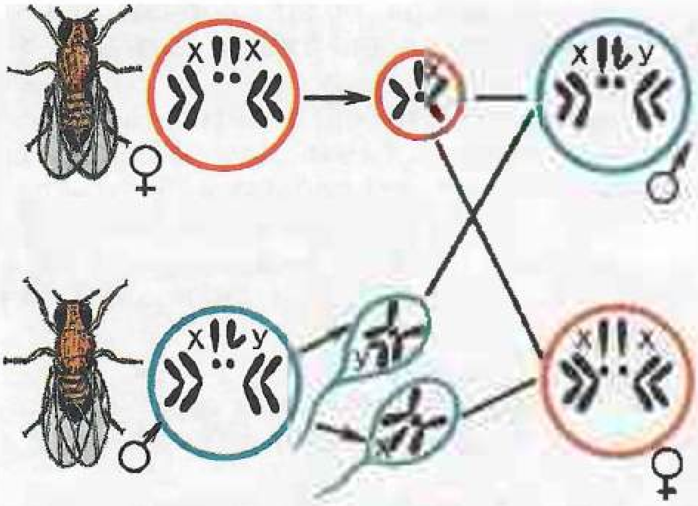
▶ 2. Ике билге буенча гомозиготалы шома орлыклы (A) мыекчалы (C) борчакны җыерчыклы (a) мыекчасыз (c) борчак белән кушылдырганда, F_1 һәм F_2 дә нинди генотиплар һәм фенотиплар булуын билгеләгез. Ике ген да (орлыкның формасы һәм мыекчаларның булу-булмавы) бер хромосомада тупланган. Мәсьәләнең чишелешен дәреслекнең азагыннан карагыз.

§30. Җенес генетикасы

Җенесне хромосомадан белү. Күп санлы затлар белән эш иткән очракта, күп кенә төрләрдә ата һәм ана җенес затлары якынча тигез санда, ягъни җенес билгесе буенча таркалу 1 : 1 чагыштырмасында була.

Ата яки ана затларның тууы нәрсәгә бәйле соң? Күп санлы генетик тикшеренүләр үткәрү объекты булган дрозофилада җенес түбәндәгечә беленә. Дрозофиланың соматик күзәнәкләрендә дүрт пар хромосома бар. Аларның өч пары — *аутосомалар*, ягъни анада да, атада да бертөрле хромосомалар, ә бер пар хромосома ата һәм ана җенес затларының икесендә ике төрле. Боларның җенес өчен җаваплы хромосомалар икәнлеге ачыклана, һәм шуңа күрә аларны *җенес хромосомалары* дип атыйлар.

Ана дрозофила күзәнәкләрендә бертөрле ике җенес хромосомасы бар, аларны шартлыча X-хромосомалар дип билгелиләр. Шулай булгач, аның диплоид соматик күзәнәкләрендә җенес хромосомалары җыелмасы — XX. Ата дрозофиланың җенес хромосомалары ананыкыннан аерыла. Аның соматик күзәнәкләрендә бер X-хромосома һәм бер Y-хромосома бар. Шуңа күрә ата дрозофиланың җенес хромосомалары XY дип билгеләнә. Димәк, ана организмның күкәй күзәнәкләре, хромосомалары җыелмасы буенча, барысы да бертөрле, чөнки һәрберсендә берәр аутосомалар җыелмасы һәм бер X-хромосома бар. Барлык сперматозоидларда да берәр аутосомалар җыелмасы һәм бер җенес хромосомасы була, ләкин сперматозоидның яртысы — X-хромосомалы, икенче яртысы — Y-хромосомалы. X-хромосома һәм Y-хромосома төзелеше белән нык аерылып тора (40 нчы рәсем). Алар үзләрендәге геннар җыелмасы буенча аерылалар.



40 нчы рәсем. Ата һәм ана дрозофиланың хромосомалар комплексы

41 нче рәсем. Ташбака төсендәге ана мәче

Мейоз нәтиҗәсендә ата җенестә тигез сандагы X- һәм Y-хромосомалы гаметалар ясалганлыктан, җенесләр нисбәте көтелгәнчә 1:1 не тәшкил итә. Күп хайваннарның, барлык имезүчеләрнең, шул исәптән кешенең дә җенесе шундый ук ысул белән беленә. Кайбер хайваннарның һәм үсемлекләрнең аерым затларының җенесе башка ысуллар белән ачыклана.

Нәселдәнлек билгесенең җенескә тоташып күчүе. Билгенең формалашуы өчен җаваплы геннар аутосомаларда урнашкан булса, бу билге нәсел буенча өйрәнелә торган генны ата-ананың кайсы йөртүгә бәйсез рәвештә күчә.

Әмма билгеләр өчен җаваплы геннар җенес хромосомаларында урнашкан булса, хәл бөтенләй башкача. Мәчеләрдә ташбака төсенең нәселдән күчү мисалын тикшерик. Ташбака төсе, ягъни кара һәм сары таплар аралашуы, фәкать ана мәчедә генә очрый (41 нче рәсем). Ташбака төсендәге ата мәче булмый. Әлеге билге өчен җаваплы генның җенес генына тоташып күчүен ачыкламыйча торып, бу хәлне аңлата алмыйлар.

Ана мәчедә кара төсне — B гены, җирән төсне b гены билгели. Бу геннар X-хромосомада урнашкан, ә Y-хромосомада алар булмый. B аллелен йөртүче X-хромосоманы X^B һәм b аллелен йөртүче X-хромосоманы X^b дип билгелик. Шуңа күрә түбәндәгечә комбинацияләр булуы ихтимал:

$X^B X^B$ — кара ана мәче
$X^b X^b$ — җирән ана мәче
$X^B X^b$ — ташбака төсендәге ана мәче

$X^B Y$ — кара ата мәче
$X^b Y$ — җирән ата мәче

Ата җенестә бер генә X-хромосома булганлыктан, ата мәче я кара, я җирән булырга мөмкин. Әйткәнебезчә, анда ташбака төсе беркайчан да булмый, чөнки бу төснең үсеше өчен бер үк вакытта B һәм b геннары булырга тиеш.

Җенескә тоташып күчүче билгеләр кешедә дә бар. Мәсәлән, нәселдән килә торган гемофилия авыруы — шундый билгеләрнең берсе. Бу авыруда кан оемый торган була. Гемофиликта аз гына җәрәхәт тә бик күп кан югалтуга китерә. Ул, бик сирәк очракларны исәпкә алмаганда, фәкать ирләрдә генә күзәтелә. Гемофилияне X-хромосомада урнашкан рецессив ген билгели, шуңа күрә бу ген буенча гетерозиготалы хатын-кызларга канның гадәттәге оючанлыгы хас. Әгәр хатын-кыз нормаль генлы ир кешегә кияүгә чыкса, алардан нинди балалар туар, шуны тикшерик.

Канның нормаль оюы өчен җаваплы генны — H, ә канның оюсәләтен югалтуга китерә торган генны h дип билгелик. Хатын-кыз генотибында ике X-хромосома, ә ирләрдә бер X-хромосома һәм бер Y-хромосома булуын исәпкә алып, гемофилиянең нәселдән күчү схемасын болай язабыз:

P	X^HX^h гемофилия генын йөртүче хатын-кыз	×	X^HY сәламәт ир-ат	
Гаметалар	X^H; X^h		X^H; Y	
F_1	X^HX^H сәламәт хатын-кыз	X^HX^h гемофилия генын йөртүче сәламәт хатын-кыз	X^HY сәламәт ир-ат	X^hY гемофилик ир-ат

Ана һәр ике улының берсенә кан оюы буенча нормаль генлы X-хромосоманы, ә икенчесенә гемофилияле генны йөртүче X-хромосоманы күчерә. Димәк, аның уллары арасында сәламәтләре дә, гемофиликлар да булырга мөмкин. Гаметалар формалашканда, хромосомаларның аерылу һәм зиготада кушылу ихтималы бертигез дәрәҗәдә булганлыктан, әлеге мисалга охшаш өйләнүчеләрне күбрәк санда тикшерсәк, алар нәселендәге улларның яртысында гемофилия була. Шул ук вакытта барлык кызлары да теләсә кайсы очракта үз этисеннән X^H генлы X-хромосоманы ала, шуңа күрә аларда һәрвакыт канның оюы нормаль, әмма кызларның берничәсе бу авыруны гетерозиготалы йөртүчеләр була.

Дальтонизмга (кызыл һәм яшел төсләрне аермау) китерүче ген да X-хромосома белән күчә.

● 1. Ата затның хромосомалар җыелмасы ана затның хромосомалар җыелмасыннан ничек аерыла?

▶ 2. Ни өчен генотипта гемофилия генын йөрткән хатын-кызда бу авыру беленми, ә ир-атта беленә?

▶ 3. Нинди очракта дальтоник ир-атның оныгы дальтоник булырга мөмкин?

▶ 4. Кара мәчедән бер ташбака төсендәге һәм берничә кара төстәге мәче баласы туган. а) Ата мәченең фенотибын һәм генотибын; б) ташбака төсендәге һәм кара төстәге мәче балаларының җенесен ачыклагыз.

§ 31. Геннарның үзара тәэсир итешүе. Төштән читтә урнашкан нәселдәнлек

Без әлегә кадәр һәр генның бер генә билгене биргән һәм һәрбер билгенең үсеше фәкать бер генә генга бәйле булган очракларны тикшердек. Әмма табигый ки, геннар һәм билгеләр арасындагы бәйләнешләр шактый ук катлаулы.

Геннарның күплəгән тәэсире. Бер үк ген организмда берничә билге формалашуга йогынты ясарга мөмкин. Мәсәлән, борчак кабыгында көрән төс гены үсемлекнең башка өлешләрендә дә шушы пигмент үсүгә булышлык итә. Орлыгы көрән кабыклы үсемлекләрнең чәчәкләре — шәмәхә, ак кабыклыларының чәчәкләре ак төстә була. Бер генның күп билгеләр үсешенә йогынтысы *генның күплəгән тәэсире* дип атала. Бу — күпчелек геннарга хас үзлек.

Гадәттә, генның тәэсире турында күренеп торган билгеләргә карап кына фикер йөртәләр. Мәсәлән, дрозофиланың күзендәге кызыллык *W* гены булуга бәйле. *w* Аллеле булган очракта, күзнең төсенә йогынты ясаучы пигмент булмый, һәм алар ак булалар. *w* Аллеле шулай ук тәннең төсенә һәм чебеннең кайбер эчке органнарының формалары үзгәрүгә китерә икән.

Кайбер очракларда генның күплəгән тәэсире тышкы чагылыш таба һәм җиңел күзәтелә. Мәсәлән, кешедә чәчнең җирәнлеген билгеләүче ген тәннең аксыллыгын һәм сипкел чыгуын да билгели. Борчак үсемлегендә чәчәкләрнең кызыл төсе өчен җаваплы ген сабакларының кызгылт төсен дә билгели.

Ген — билге бәйләнеше. Кушылганда, ике төрле генның тәэсир итешүе нәтиҗәсендә, нәселдә ата-анада булмаган яңа билгеләр килеп чыгарга мөмкин. Бу күренешне, кушылганда, *яңа билгеләр барлыкка килү* дип атыйлар. Ул табигатьтә, йорт терлекләрен һәм культуралы үсемлекләрне үрчеткәндә еш күзәтелә.

Бер мисал китерик. Бакча гөленең — исле борчакның сортлары күп, алар чәчәкләренең төсләре, бигрәк тә ак төстә булулары белән аерылып торалар. Ике ак сорт кушылуның кайбер комбинацияләрендә алынган орлыклардан шәмәхә чәчәкле исле борчак үсә. Биохимик анализ күрсәтүенчә, чәчәкләрнең шәмәхә төсе — ике матдә арасында барган реакция нәтиҗәсе; бу һәр ике матдә билгеле бер ген тәэсирендә барлыкка килә. Һәрберсе икешәр *C*, *c* һәм *P*, *p* аллельле ике ген була. Чәчәкнең төсе үсемлекнең генотибында берьюлы ике доминант ген *C* һәм *P* булганда барлыкка килә. Исле борчакның ак чәчәкле ике сортын кушылдыру беренче буын гибридлары шәмәхә чәчәкле булганда болай языла:

P	*CCpp* ак чәчәкләр	×	*ccPP* ак чәчәкләр
Гаметалар	*Cp*		*cP*
F_1		*CcPp* шәмәхә чәчәкләр	

Шулай итеп, без теләсә нинди организмның генотибында геннарның үзара тәэсир итешүен күрәбез; билгенең фенотипик беленүенә геннарның бөтен бер комплексы йогынты ясый. Организмда геннарның төрлечә тоташулары бер үк төргә караган затларның үзенә генә хас күптөрле аерымлыклары барлыкка килүгә сәбәп булып тора.

Төштән читтә урнашкан нәселдәнлек. Генетик процессларда төш һәм хромосоманың төп ролен күрсәткән әлеге мисалларга үзлекләрнең буыннан-буынга күчүендә цитоплазманың роле булмавын күрсәтүче дәлил дип карарга кирәкми. Цитоплазманың кайбер билгеләр формалашуда катнашуы төштән читтә — органоидларда урнашкан геннар эшенә бәйле. ДНК митохондрияләрдә һәм хлоропластларда да бар, аның геннарында күпләгән билгеләрнең кодлары язылган. Төштән читтә дә геннар булуын үсемлекләрдә кайбер билгеләрнең нәселдән күчүе турындагы мәгълүматлар күрсәтә. Төн гүзәле һәм арыслан авызы дип аталган үсемлекләрнең чуар яфраклылыгы — шуның бер мисалы. Әлеге билгенең нәселдән-нәселгә күчүе Мендель законнарына буйсынмый. Бу — пластидаларның төсле һәм төссез булулары белән аңлатыла. Андый органоидлар күзәнәктә төшнең бүленүенә бәйсез рәвештә барлыкка киләләр, һәм алар «бала» күзәнәкләргә очраклы гына бүленеп урнашалар. Бүленгәндә, яшел һәм төссез пластидалар катнашкан күзәнәкләрдән өч тип — төссез, төсле һәм катнаш пластидалы күзәнәкләр барлыкка килергә мөмкин. Нәтиҗәдә үсемлекләр өч төсле булып чыга: төсле, төссез һәм чуар. Пластидалар зиготага, спермий белән әләкмичә (чөнки аның пластидалары булмый), күкәй күзәнәк белән генә эләгә алганга, бу очракта *анадан күчү* күзәтелә.

Төштән читтә урнашкан нәселдәнлекнең үсемлекләрдә генә түгел, ә бәлки хайваннарда һәм микроорганизмнарда да очравын раслаучы күпләгән фактлар билгеле.

▶ 1. Әгәр шәмәхә чәчәкле үсемлек (*CcPp*) үзеннән серкәләнеп үрчесә, F_2 дә нинди нәсел алыныр?

● 2. Яңа билге барлыкка килү нәрсә ул? Мисаллар китерегез.

● 3. Төштән читтә урнашкан нәселдәнлек Менделънең төш нәселдәнлегеннән нәрсә белән аерыла?

§32. Билге формалашуда генотип һәм тирәлекнең үзара тәэсире

Сыйфат һәм микъдар билгеләре. Организмның барлык билгеләрен ике төркемгә — *сыйфат* һәм *микъдар билгеләренә* бүләргә мөмкин. Чәчәкләрнең төсе, җимешләрнең формасы, хайваннарның төсе, күзнең төсе, җенес аерымлыклары — болар барысы да сыйфат билгеләре. Сыйфат билгеләрен өйрәнгәндә, аларны төркемләү авыр түгел. Нәселдә билгеләрнең таркалышы нәтиҗәсендә барлыкка килгән фенотипик класслар шулай ук җиңел беленә, мәсәлән: кара яки кызгылт-көрән сыер, кызыл яки кара төлке, исле борчакның ак яисә шәмәхә чәчәкләре һ.б.

Әмма үзгәрүчәнлекнең (төрлелекнең) сыйфат ягы гына түгел, микъдар ягы да була. Тавыкларның йомырка салучанлыгы, сыерларның сөтлелеге, бодай бөртегенең массасы — болар микъдар билгеләренең мисаллары. Терлекчелектә һәм үсемлекчелектә мөһим билгеләрнең күпчелеге микъдар характерында була. Микъдар билгеләрен үлчәп һәм исәпләп өйрәнергә мөмкин.

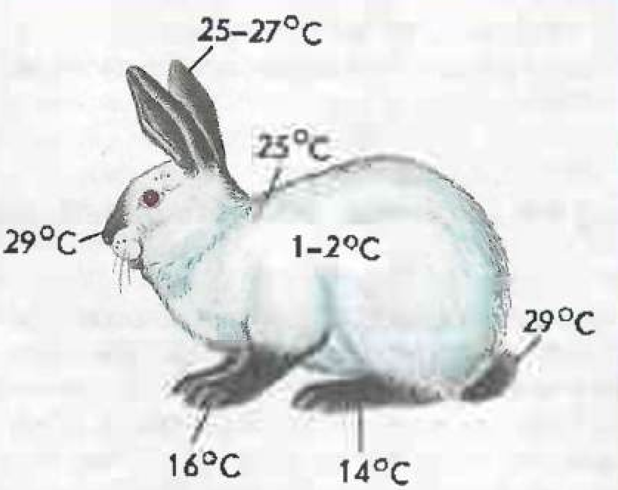
Тере организмнар үзләре яши торган тирәлеккә хас төрле факторларның тәэсирен даими тоеп яшиләр. Сыйфат билгеләренең дә, микъдар билгеләренең дә формалашуына тирәлек йогынты ясый.

Тирәлек шартларының сыйфат билгеләренә йогынтысы. Тирәлек шартлары сыйфат билгеләренә микъдар билгеләренә караганда азрак йогынты ясый. Мәсәлән, гаиләдә әтисенең дә, әнисенең дә күзләре зәңгәр булса, алардан фәкать зәңгәр күзле балалар гына туа. Бу очракта гаиләнең нинди шартларда яшәвенең әһәмияте юк. Әмма тирәлек шартларының йогынтысын күрсәтүче мисаллар да аз түгел. Примула чәчәгенең төсен аллель пар *(Rr)* билгели. Гомозиготалы үсемлекләрнең *(RR)* чәчәкләре, гадәттә, кызыл була. Ләкин чәчәккә бөреләнгәндә, үсемлекне бүлмә шартларыннан җылы (30—35 °С), дымлы оранжереяга күчерсәң, ак чәчәк ата. Кабат бүлмәгә кертүдән аларның төсе үзгәрми, ләкин яңа ачылган бөреләрнең чәчәге кызыл була. Бу очракта ген түгел, бәлки билге үзгәрә.

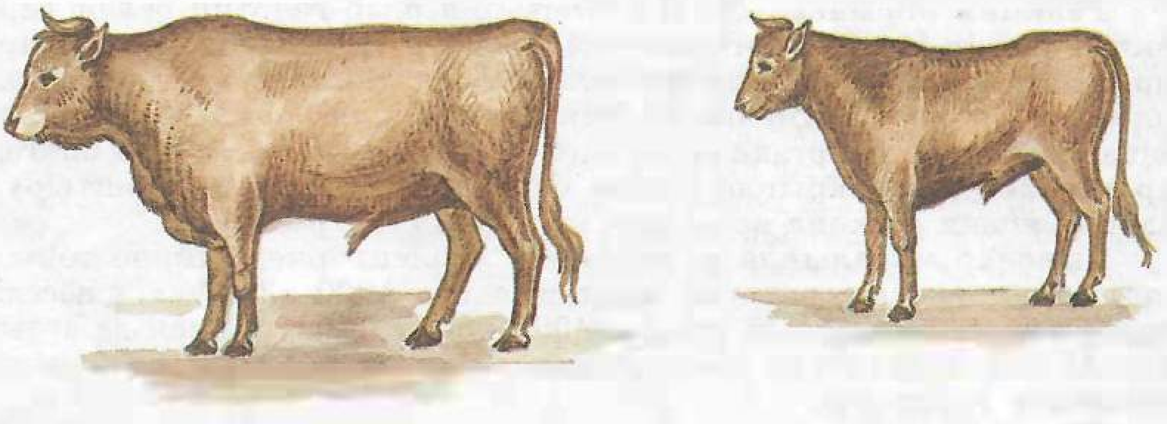
Тышкы тирәлек шартларының микъдар билгеләренә тәэсирен күрсәтүче икенче мисал итеп ассыман кроликта йон капламының төсе үзгәрүне әйтергә мөмкин. Ассыман кроликлар (c^hc^h) һәм альбинос-кроликлар (*cc*) туганда ак булалар. Альбинослар гомер буена ак төсен үзгәртмиләр, ә ассыман кроликларның тәпиләре, койрык, колак һәм танавы вакыт узу белән, кара төскә үзгәрә.

Әгәр ассыман кроликның (42 нче рәсем) йонын берәр урынында кыркысаң, анда яңадан үсеп чыккан йонның төсе тирәлек температурасына бәйле булыр. Мәсәлән, янтыгындагы яки аркасындагы йонны кыркып, аны 2 °С тан югары температурада асрасаң, бу урында яңадан ак йон үсеп чыга. 2 °С тан түбән шартларда кара йон үсә. Әгәр инде колак яфрагындагы йонны кыркысаң, гадәттәге шартларда яңадан кара йон үсеп чыга; җылыткыч компресс (30 °С температурада) астында торганда, кыркылган урында ак йон үсеп чыга.

Бу тәҗрибәләр ассыман кроликларның ни өчен ап-ак булып тууларын ачыклый: эмбрион вакытында алар югары температура шартларында булалар.



42 нче рәсем. Ассыман кролик йонында пигмент ясалу температурасы чикләренең бүленеше



43 нче рәсем. Бер үк үгездән булган, ләкин төрле шартларда үскән бер яшьлек үгезләр

Тирәлек шартларының микъдар билгеләренә йогынтысы. Микъдар билгеләренең үсеше тирәлек шартларының йогынтысына нык бәйле. Мөгезле эре терлекнең массасы, — башка хайваннарныкы кебек үк, чын микъдар билгесе. Билге формалашуга генотипның мөһим йогынты ясавы ачыкланган. Нәкъ менә генотиплары төрле булу аркасында, мөгезле эре терлекләр бер-берсеннән уртача күрсәткечләре, мәсәлән, бер баш терлекнең массасы белән нык аерылалар. Әмма тирәлек шартлары, әйтик, азыкның күләме һәм сыйфаты бу билгене үстерүдә мөһим роль уйный (43 нче рәсем).

Сөтнең микъдары һәм сыйфаты сыерны дөрес ашатуга нык бәйле. Ләкин савым ашатуга гына бәйле дип әйтү дөрес булырмы? Юк, әлбәттә, мондый нәтиҗә дөрес үк булмас. Кайбер сыер токымнарының гадәти шартларда 800—1200 кг сөт бирүе билгеле. Ашатуны һәм асрау шартларын яхшырту аларның сөт бирүчәнлеген 2500 кг га кадәр күтәрергә мөмкин. Асрау шартларын начарайту исә елга 4500—5000 кг сөт бирә торган яхшы токымлы сыерның продуктлылыгын 2500 кг га кадәр киметә ала. Ләкин шулай булса да тереклек шартларын яхшыртып кына терлекнең сөт бирүен 4000—5000 кг га җиткереп булмый.

44 нче рәсем. Тирәлек шартлары йогынтысында тузганакның зурлыгы үзгәрү.
1 — тигез җирдә үскән үсемлек;
2 — тауда үскән үсемлек

Реакция нормасы. Шулай итеп, билгеләр генотип белән тирәлекнең тәэсир итешүе нәтиҗәсендә үсә. Бер үк генотип төрле шартларда билгегә төрле юнәлеш бирергә мөмкин. Билгеле бер генотипның билгеләре үзгәрү ихтималының чикләре *реакция нормасы* дип атала. Башкача әйткәндә, организм нәселгә билгене күчерми, бәлки билгеле бер тирәлек шартларында аерым бер фенотипны формалаштыруга сәләтне, ягъни реакция нормасын күчерә (44 нче рәсем).

Сыерлар мисалында күренгәнчә, терлекләрнең җирле токымнарында сөтлелекнең реакция нормасы елына 1000—2500 кг, ә нәселле токымнарның ул шактый югары: 4000—6000 кг һәм аннан да артыграк. Андый очракларда сыерларның сөтлелек билгесе киң реакция нормасына ия, диләр.

Шулай итеп, һәр затның фенотибы — аның генотибы белән әйләнә-тирәлек шартларының үзара тәэсир итешүе нәтиҗәсе ул.

1. Ни өчен сыйфат билгеләренең төрлелеге тирәлек шартлары йогынтысына азрак бәйле?
2. Реакция нормасының киңлеге нәрсә белән билгеләнә?
3. Ашатуны яхшыртып, тупас йонлы сарыкларны нечкә йонлыга әйләндереп буламы?
4. Терлекләрнең һәм үсемлекләрнең реакция нормалары авыл хуҗалыгы өчен нинди әһәмияткә ия?

○ 28 нче параграфны кабатлагыз.

VIII бүлек. ҮЗГӘРҮЧӘНЛЕК ЗАКОНЧАЛЫКЛАРЫ

Барлык тере организмнарга хас ике тип үзгәрүчәнлек була. Беренчесе — геннар үзгәрүгә яки аларның яңа комбинацияләре килеп чыгуга бәйле *нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге*. Икенчесе — *модификацион үзгәрүчәнлек*. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегеннән аермалы буларак, ул генотипка кагылмый һәм үзеннән соңгы буыннарга күчми.

§33. Модификацион һәм нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге. Комбинатив үзгәрүчәнлек

Модификацион үзгәрүчәнлек. Бер үк генотиплы организмнарда тышкы тирәлек йогынтысында килеп чыккан фенотиплар төрлелеген *модификацион үзгәрүчәнлек* дип атыйлар. Модификацион үзгәрүчәнлек спектрын реакция нормасы билгели. Модификацион үзгәрүчәнлеккә мисал булып генетик яктан охшаш затларның үзгәрүчәнлеге хезмәт итәргә мөмкин. Үсемлекләрнең байтак төрләре, мәсәлән бәрәңге, гадәттә, вегетатив юл белән үрчи. Бу очракта бәрәңгенең һәрбер төбенең генотибы бертөрле була. Бер бүлбедән чыккан барлык бәрәңге үсемлеге

АВГУСТ ВЕЙСМАН (1834—1914) — немец зоологы һәм эволюцион тәгълиматның теоретигы. Төп хезмәте нәселдәнлек һәм индивидуаль үсеш мәсьәләләренә багышланган. Ламаркизмга каршы чыга, яшәү дәверендә барлыкка килгән билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчүен инкяр итә. Нәселдәнлек билгеләрен йөртүчеләр буларак, хромосомалар турында хәзерге заман күзаллауларын алдан күрсәткән, нәселдәнлек һәм индивидуаль үсеш турындагы («яралгы плазмасы»ның тоташлыгы теориясе) фикерләүгә генә нигезләнгән теория авторы.

бертөрле була дигән сүзме бу? Юк, әлбәттә. Күп кенә үсемлекләр биеклеге, тармаклануы, бүлбеләренең саны, формасы һәм башка күрсәткечләре белән сизелерлек аерылалар.

Генетик яктан охшаш үсемлекләр арасындагы мондый фенотипик аерымлыклар аларның үсеше тирәлекнең төрле шартларында узуы белән аңлатыла. Хәтта бер түтәлдә генә дә яктылык төшүе, туфракның дымлылыгы, чүп үләннәрнең саны буенча аерымлыклар була. Бу аерымлыклар үсемлекләрнең үсешенә йогынты ясамый калмый. Тышкы тирәлек шартлары геннарның үзләрен түгел, бәлки аларның чагылышындагы үзенчәлекләрне үзгәртә. Күп геннар ферментлар синтезы өчен җаваплы. Туфрактагы микроэлементларның микъдары һәм җыелмасы ферментларның активлыгын нык үзгәртергә (модификацияләргә) һәм, димәк, үсемлекләрнең үсүендә һәм үсешендә чагылырга мөмкин. Әмма бу *модификацияләр* нәселдән-нәселгә күчми, чөнки үсемлекләрнең үсеше өчен җаваплы геннар температура, дымлылык, туклану характеры үзгәрүгә карап үзгәрми. Организмнар тарафыннан гомер буена булдырылган билгеләр нәселдән-нәселгә күчми дигән нәтиҗәне күренекле немец биологы А. Вейсман ясаган.

Кайчак модификацион үзгәрүчәнлек нәселдән килмәгән үзгәрүчәнлек дип атала. Бу шул мәгънәдә дөрес: модификацияләр нәселдән-нәселгә күчми. Әмма шуны истә тотарга кирәк: тере организмнарның адаптив модификацияләргә (җайлашучан үзгәрешләргә) сәләте генетикага бәйләнгән, табигый сайланыш нәтиҗәсендә барлыкка килгән.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең типлары. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге — тере организмнар төрлелегенең нигезе һәм аларның эволюцион үсешкә сәләтенең төп шарты. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең механизмнары күптөрле. Биредә иң мөһиме — *генотипик үзгәрүчәнлек;* моннан тыш, *цитоплазматик үзгәрүчәнлек* тә була. Генотипик үзгәрүчәнлек үз чиратында *мутацион* (§ 34) һәм *комбинатив үзгәрүчәнлектән* килеп чыга. Комбинатив үзгәрүчәнлек — тере организмнарда

күзәтелә торган чиксез зур нәселдәнлек күптөрлелеген тудыручы мөһим чыганак.

Комбинатив үзгәрүчәнлекнең нигезендә организмнарның җенси үрчүе ята, шуның аркасында гаять күптөрле генотиплар барлыкка килә. Нәсел генотибы, билгеле булганча, ата-ананыкына хас геннарның бергә туры килүеннән гыйбарәт. Һәрбер организмның геннары меңәрләгән сан белән исәпләнә. Җенси үрчегәндә, геннарның комбинацияләре яңа уникаль генотип һәм фенотип формалашуга китерә. Теләсә нинди балада аның атасына һәм анасына хас билгеләрне күрергә мөмкин. Әмма якын туганнар арасында да бертөрле ике кешене очратып булмый. Бер күкәй күзәнәктән яралган игезәкләр генә охшаш булалар. Мондый чиксез күптөрлелекнең сәбәпләре нәрсәдә соң? Аның сәбәбен комбинатив үзгәрүчәнлек күренешеннән эзләргә кирәк. Комбинатив үзгәрүчәнлекнең төп чыганакларын карыйк.

Беренче мейотик бүленүдә *гомологик хромосомаларның бәйсез аерылуы* — комбинатив үзгәрүчәнлекнең беренче һәм мөһим нигезе. Нәкъ менә хромосомаларның бәйсез аерылуы, хәтерегездә калганча (28 нче параграфны карагыз), Мендельнең өченче законы нигезен тәшкил итә. Сары шома орлыклы үсемлекләрне яшел җыерчыклы орлыклы үсемлекләр белән кушылдырудан икенче буында яшел шома һәм сары җыерчыклы орлыклар өлгерү — комбинатив үзгәрүчәнлек мисалы (37 нче рәсемне карагыз).

Хромосомаларның урын алмашу күренешенә нигезләнгән *геннар рекомбинациясе* — комбинатив үзгәрүчәнлекнең икенче мөһим чыганагы. Урын алмашкан хромосомалар, зиготага эләгеп, ата-анага хас булмаган билгеләр килеп чыгуга китерәләр.

Комбинатив үзгәрүчәнлекнең өченче мөһим чыганагы,— аталанганда, *гаметаларның очраклы кушылуы*. Моногибрид кушылдыруда өч генотипның булуы мөмкин, мәсәлән, *AA*, *Aa* һәм *aa*. Зиготаның нинди генотиплы булуы гаметаларның очраклы комбинациясенә бәйле.

Комбинатив үзгәрүчәнлекнең барлык өч чыганагы, бер-берсенә бәйсез рәвештә бер үк вакытта үтәлеп, генотипларның гаять зур күптөрлелеген барлыкка китерәләр. Ләкин геннарның яңа комбинацияләре, җиңел барлыкка килеп кенә калмыйча, буыннан-буынга күчкәндә, җиңел таркалалар да. Шуңа күрә дә яхшы сыйфатлы организмнарның токымында ата-аналарыннан калышкан затлар еш туа.

Кирәкле билгеләрне ныгыту өчен, селекционерлар нәселдәш организмнарны кушылдырудан файдаланалар. Мондый кушылдыруларда бертөрле гаметаларның очрашу ихтималы арту аркасында, нәселдә ата-ана комбинациясенә якын торган геннар комбинациясе килеп чыгарга мөмкин. Хайваннарның кайбер токымнары һәм үсемлек сортлары шундый юл белән чыгарылды.

1. Комбинатив үзгәрүчәнлекнең нигезендә нинди биологик күренешләр ята?
2. Ни өчен, үсемлекләр вегетатив үрчегәндә, бер үк генотиплы затларда билгеләрнең фенотипик чагылышы төрле була?

§34. Мутацион үзгәрүчәнлек

Мутацияләр — генотипның очраклы килеп чыккан тотрыклы үзгәрешләре; алар бөтен бер хромосомага, аның өлешләренә яки аерым геннарына кагыла. Бу үзгәрешләр файдалы да, зарарлы да һәм нейтраль дә булырга мөмкин.

Геном мутацияләре. Хромосомалар саны үзгәрүгә китерә торган мутацияләр *геном мутацияләре* дип атала. Аларның иң таралган тибы — *полиплоидия,* ягъни хромосомаларның саны кабатлы артуы. Полиплоидлы организмнарда хромосомаларның гаплоидлы (n) җыелмасы диплоидлылардагы кебек 2 тапкыр түгел, бәлки 4—6, кайчак шактый күп (10—12 тапкыр) кабатлана.

Полиплоидия митоз яки мейоз бозылудан килеп чыга. Атап әйткәндә, мейозда гомологик хромосомаларның аерылып китмәве артык хромосомалы гаметалар ясалуга китерә. Диплоидлы организмнарда мондый процесс нәтиҗәсендә диплоидлы $(2n)$ гаметалар барлыкка килергә мөмкин.

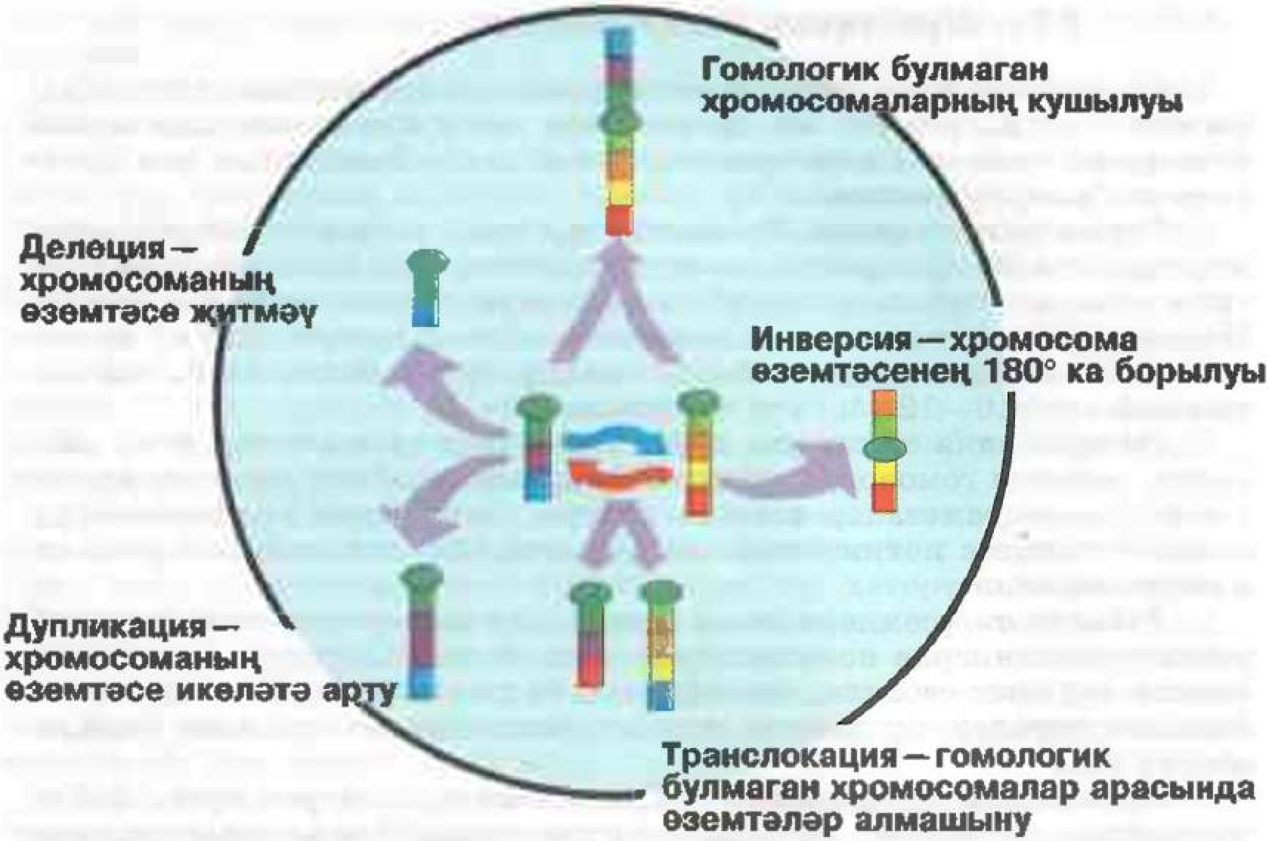
Табигатьтә үсемлекләрнең полиплоидлы төрләре — гадәти күренеш; хайваннарда полиплоидия сирәк була. Кайбер полиплоидлы үсемлекләр биек сабаклы, эре яфраклы булулары һ. б. үзлекләре белән аерылып торалар, бу аларны генетика-селекция эшләре өчен уңайлы объект итә.

Хромосома мутацияләре. Хромосомаларның үзгәрүенә бәйле мутацияләр *хромосома мутацияләре* дип атала. Хромосома мутацияләренең чагылышы һәрвакыт хромосомаларда ике яки берничә өзеклек барлыкка килүенә һәм соңыннан бу өземтәләрнең башка тәртиптә кушылуына бәйле. Хромосома мутацияләренең төп биш тибы билгеле: *делеция* — хромосоманың өземтәсе югалу; *дупликация* — хромосома өземтәсенең икеләтә артуы; *инверсия* — хромосома өлешенең 180° ка борылуы; *транслокация* — гомологик булмаган хромосомаларның үзләренең өземтәләре белән алмашынуы һәм гомологик булмаган ике хромосоманың *кушылуы* (45 нче рәсем).

Хромосома мутацияләре геннарның функциясе үзгәрүгә китерә. Алар төрләрнең эволюцион үзгәрешләр кичерүендә төп рольне уйный. Бу турыда сез 45 нче параграфтан тулырак укырсыз.

Ген мутацияләре. *Ген,* яки *нокталы мутацияләр* — мутацион үзгәрүчәнлекнең иң еш очрый торган классы. Ген мутацияләре ДНК молекуласында нуклеотидларның эзлеклелеге үзгәрүдән килеп чыга. Шуның аркасында мутант ген я эшләвеннән туктый, я башка үзлекле аксым синтезлана. Беренче очракта тиешле РНК һәм аксым барлыкка килми, ә икенче очрак организмның ниндидер билгеләре үзгәрүдә чагылыш таба. Ген мутацияләре булганда, яңа аллельләр барлыкка килә. Бу мөһим эволюцион әһәмияткә ия.

Мутацияләр — сирәк очрый торган күренеш. Бер буынның 10 000—1 000 000 генына уртача бер яңа мутация туры килә. Ләкин сирәк күренеш булуга карамастан, табигый мутация процессының даимилеге һәм төрләрнең мутацияләрне туплауга сәләте аркасында, барлык затларның да генотиплары байтак кына ген мутацияләрен булдыра.



45 нче рәсем. Хромосома мутацияләренең төп типлары

Ген мутацияләрен ДНК молекулалары икеләтә артканда килеп чыккан «ялгышулар» нәтиҗәсе итеп карарга кирәк.

Мутация процессларын өйрәнү шуны күрсәтте: организмда теләсә нинди билгенең үсеше өчен җаваплы геннар барысы да үзгәрүгә — мутациягә сәләтле. Ген мутацияләренең күбесе организм өчен зарарлы, икенчеләре нейтраль (битараф), ә өченчеләре тереклекнең билгеле бер шартларында файдалы булырга мөмкин.

Мутацияләрне эксперименталь юл белән булдыру. Ватаныбыз генетиклары беренче булып ультрашәмәхә нурларның һәм кайбер матдәләрнең төрле организмнарда мутацияләр китереп чыгаруга сәләтле куәтле факторлар булуын белделәр.

Рентген нурларының тәэсире яңа мутацияләрнең саны кискен артуга сәбәп була. Америка генетигы Г. Мёллер, берничә ел безнең илдә эшләү дәверендә, мутацияләрнең санын исәпкә алу ысулын уйлап таба һәм беренче булып мутация процессының ешлыгын йөзләрчә тапкыр арттыруда рентген нурларының нәтиҗәлелеген эксперименталь юл белән раслый.

Хәзерге вакытта химик һәм физик факторларның билгеле бер геннарга юнәлешле тәэсир итүенең ысулларын табу буенча зур эш алып барыла. Кирәкле геннарның ясалма мутацияләрен табу үсемлекләр, хайваннар һәм микроорганизмнар селекциясе өчен зур практик әһәмияткә ия булганлыктан, бу тикшеренүләр мөһим урын тота.

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ВАВИЛОВ (1887—1943) — рус ботанигы, генетигы, селекционеры, географы. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законын иҗат итә. Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре турында тәгълимат ача. Биш континентның 40 иле буйлап экспедицияләр оештырып, культуралы үсемлек сортлары коллекциясенең уникаль үрнәген җыя, ул хәзергә кадәр селекция эшләре өчен нигез булып хезмәт итә. 350 фәнни хезмәт авторы. Аның бу хезмәтләре биология һәм авыл хуҗалыгы фәннәренең төрле өлкәләренә: генетикага, селекция, география, үсемлекләр систематикасына, эволюциягә карый.

Яшәү тирәлегендә радиацион нурланышның артуы кеше һәм башка тере организмнар өчен зур куркыныч тудыра. Бу — һавада, җирдә һәм суда атом-төш коралын сынауларны туктату турында Халыкара килешү төзүгә сәбәп булды.

Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең гомологик рәтләре законы. Ватаныбызның мәшһүр биологы Н. И. Вавилов күп еллар буена кыяклылар семьялыгына кергән культуралы үсемлекләрнең һәм аларның кыргый бабаларының нәселдәнлек үзгәрүчәнлеген өйрәнә. Генетик яктан якын төрләрне һәм ыругларны ул үзгәрүчәнлек вариантларына туры китереп билгеле бер тәртиптә урнаштыра. Бу аңа түбәндәге закончалыкны ачарга мөмкинлек бирә: генотиплары охшаш булу аркасында, нәселдәш төрләр һәм ыруглар охшаш нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенә ия. Н. И. Вавилов ачыклаган бу күренеш биологиядә *нәселдәнлек үзгәрүчәнлегендә гомологик рәтләр* законы буларак билгеле.

Бу законны ул түбәндәгечә тәгъбир итә: «Генетик яктан якын төрләрдә һәм ыругларда нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең охшаш рәтләре шундый төгәллеккә ия ки, бер төр эчендәге формалар рәтен белгән хәлдә, башка төр һәм ыругларның параллель формалары табылуын алдан күрергә мөмкин».

Ераграк ыру-кардәшлек бәйләнешләрында торган, ягъни генотиплары төзелешендә шактый аерымлыклар булган организмнарда нәселдәнлек үзгәрүчәнлегендә параллельлек тулы булмый.

Гомологик рәтләр законы тереклек дөньясының барлык вәкилләренә хас гомумбиологик күренешне чагылдыра. Бу законга нигезләнеп, ырудаш төрләрдә нинди мутант формалар килеп чыгарга тиешлеген әйтергә мөмкин.

1. Ген, хромосома һем геном мутацияләре нинди структур берәмлекләр белән бәйләнгән? Генотипта нинди үзгәрешләр була?
2. Мутацияләр сәбәпләрен тикшерүләрнең практик әһәмияте нидән гыйбарәт?

▶ 3. Нормаль көмеш-кара төлке нәселендә гадәти булмаганча платина төсендәге төлке баласы туа. Аның нормаль көмеш-кара ана төлке белән кушылудан туган 30 баласының 14 е атасына охшаш, ягъни платина төсендә була. Платина төсенең килеп чыгуы һәм нәселдән-нәселгә күчүе турында нәрсә әйтеп була?

▶ 4. Гомологик рәтләр законы зур практик әһәмияткә ия. Ни өчен?

§35. Кешенең нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге

Кешедә турыдан-туры тәҗрибә үткәрү мөмкин түгел, шулай да хәзер фәнгә кешенең нәселдәнлеге турында бик күп мәгълүмат билгеле. Нәселдәнлекнең алдагы бүлекләрдә сөйләнгән, шулай ук лаборатория хайваннарында һәм авыл хуҗалыгы үсемлекләрендә җентекләп өйрәнелгән барлык гомуми закончалыклары кешегә дә карый. Кешеләрнең шундый күптөрлелеге нәрсә белән аңлатыла һәм ни өчен бөтен планета буенча эзләсәң дә, бертөрле ике кешене очратып булмый? Безне еш уйландыра торган бу сорауларга да җавап табылды. Кешелек җәмгыятендә, үсемлек һәм хайван организмнарындагы кебек үк, өзлексез мутация процессы бара, һәм ул кешеләрнең генетик күптөрлелеген барлыкка китерә. Шуңа күрә һәрбер кеше бик күп геннар буенча гетерозиготалы.

Генетика һәм медицина. Бөтендөнья галимнәренең кеше генетикасын өйрәнүгә игътибары артуы очраклы түгел. Соңгы унъеллыкта кеше үзе өчен ят булган химик матдәләр белән тыгыз бәйләнештә тора. Көнкүрештә, авыл хуҗалыгында, азык-төлек, фармакология, косметика промышленностенда һәм кешеләр эшчәнлегенең башка өлкәләрендә кулланыла торган андый матдәләрнең саны хәзерге вакытта гаять күп. Мондый матдәләр арасында мутация китереп чыгаручылары да бар.

Медицинаның алга китүе аркасында, кеше әле күптән түгел генә миллионлаган гомерне кискән бик күп авыруларга каршы көрәшергә өйрәнде. Ул үзен күп кенә бик куркыныччы инфекцион авырулардан нәтиҗәле саклый ала. Чәчәк, чума, холера, бизгәк авырулары күпчелек илләрдә бик сирәк очрый. Кешегә туберкулёз, скарлатина, бума ютәл, кызамык һәм башка бик күп авырулар инде куркыныч янамый. Биология һәм медицина вирус һәм яман шеш авырулары проблемаларын чишү өстендә интенсив эш алып баралар.

Үз сәламәтлеген, балаларының һәм барлык киләчәк буыннар сәламәтлеген тәэмин итү өчен, кеше үзенең күзәнәкләрендә ген һәм хромосома мутацияләре килеп чыгуны булдырмаска өйрәнергә тиеш. Бу исә кеше үз генетикасын, үсемлекләр, хайваннар, микроорганизмнар генетикасын белгән кебек үк, яхшы белгәндә генә мөмкин.

Хәзерге вакытта кеше генетикасы турында тупланган бар белем фәндә тикшеренүнең махсус методларын куллану нәтиҗәсендә мөмкин булды.

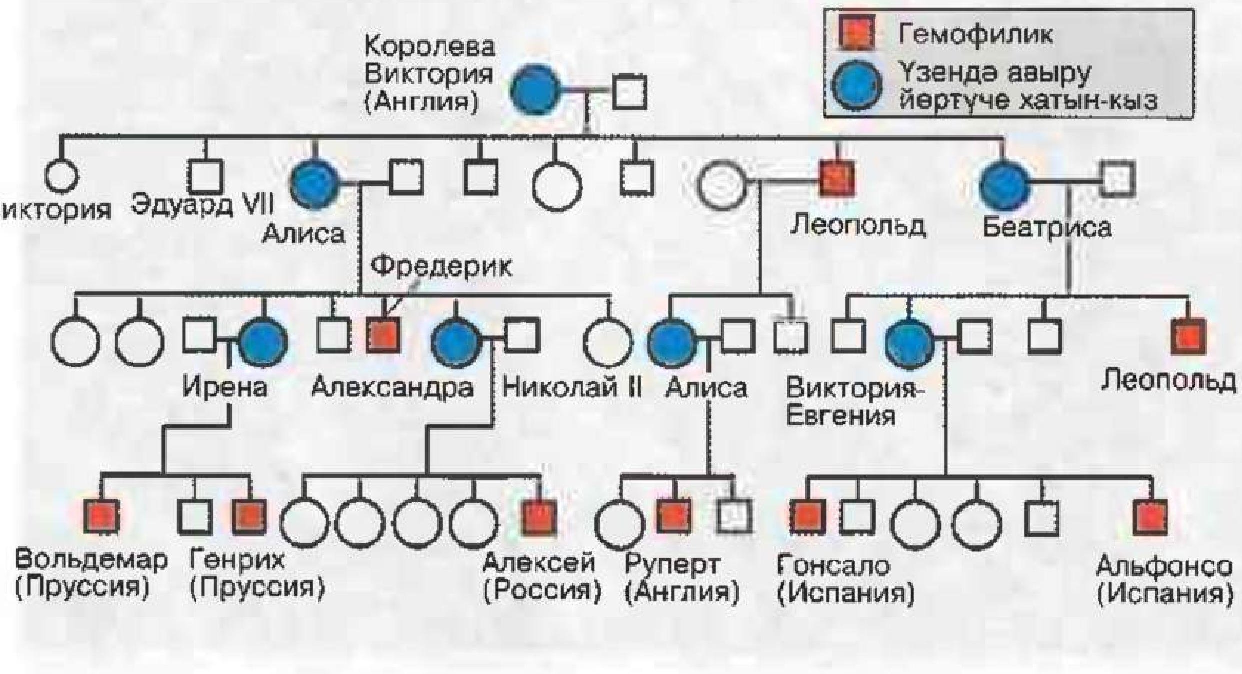
Кешенең нәселдәнлеген өйрәнү методлары. **Генеалогик метод.** Аның асылы нәселдән килгән авырулардан интеккән гаиләләрдә кардәш-ыруны өйрәнүдән гыйбарәт. Бу метод кешедә күп санлы төрле-

төрле билгеләрнең, әйтик, күзнең төсе һәм формасы, чәч төсе кебек нормаль билгеләрнең дә, нәселдәнлек авыруларына бәйле билгеләрнең дә нәселдән-нәселгә күчү закончалыкларын ачыкларга ярдәм итте.

Яхшы ук билгеле нәселне өйрәнү аркасында, Англия королевасы Викториядән гемофилия гены күчүне ачыкларга мөмкинлек туды. Виктория һәм аның ире — һәр икесе — сәламәт кеше булганнар. Шулай ук Викториянең өлкән буынында гемофилиядән интеккән кешенең булмавы билгеле. Күрәсең, Викториянең әтисе яки әнисе гаметасында мутация килеп чыгу ихтималы күбрәк булгандыр. Шуның аркасында королева Виктория, гемофилия генын йөртүче ана буларак, аны үз балаларының күпчелегенә биргән булып чыга. Викториядән мутант генлы X-хромосомаларны алган ир балалар гемофилия авыруыннан интеккәннәр (46 нчы рәсем).

Игезәкләрне өйрәнү методы. Кешедә уртача бер процент очракта игезәк балалар туа. Алар бер күкәй һәм төрле күкәй игезәкләре булырга мөмкин. *Төрле күкәй игезәкләре,* яки *охшашмаган игезәкләр,* ике күкәй күзәнәк ике сперматозоид белән кушылган очракта туалар. Аларның бер-берсенә охшашлыгы төрле вакытта дөньяга килгән ике бертуган охшашлыгыннан әллә ни артык булмый һәм төрле җенестән булырга мөмкин.

Әмма аталанган бер күкәй күзәнәктән кайчак бер эмбрион түгел, бәлки ике (яки берничә) эмбрион үсә башлый. Андый игезәк эмбрионнар һәрвакыт бердәнбер аталанган күкәй күзәнәктән үсә, һәрвакыт я ир бала, яки кыз бала туа. Алар ике тамчы су кебек охшаш булалар, чөнки аларның генотиплары бер үк. Бер күкәй күзәнәктән үскәнгә,



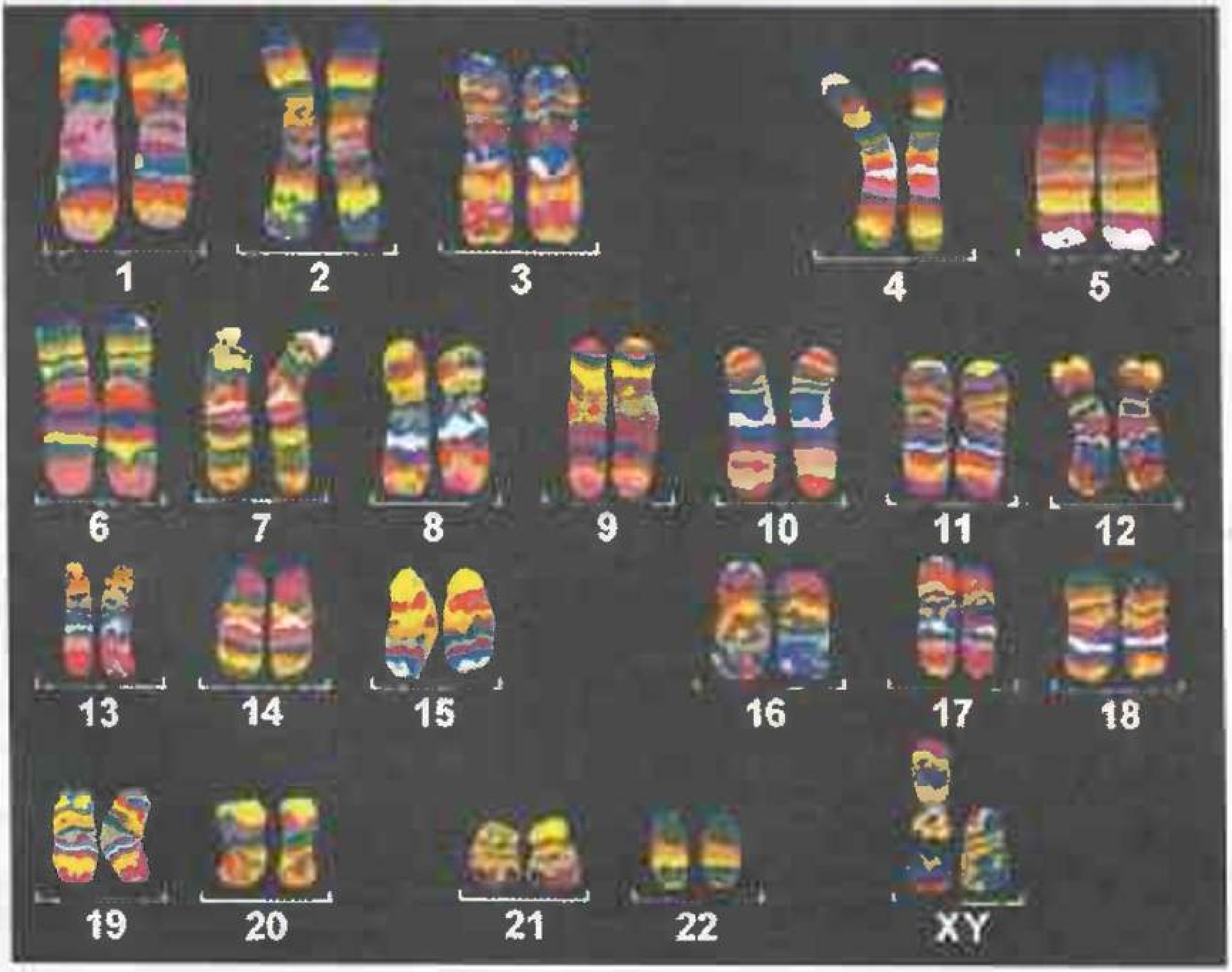
46 нчы рәсем. Гемофилиянең нәселдән күчүе

47 нче рәсем. Охшаш игезәкләрнең миңнәре урнашудагы охшашлык

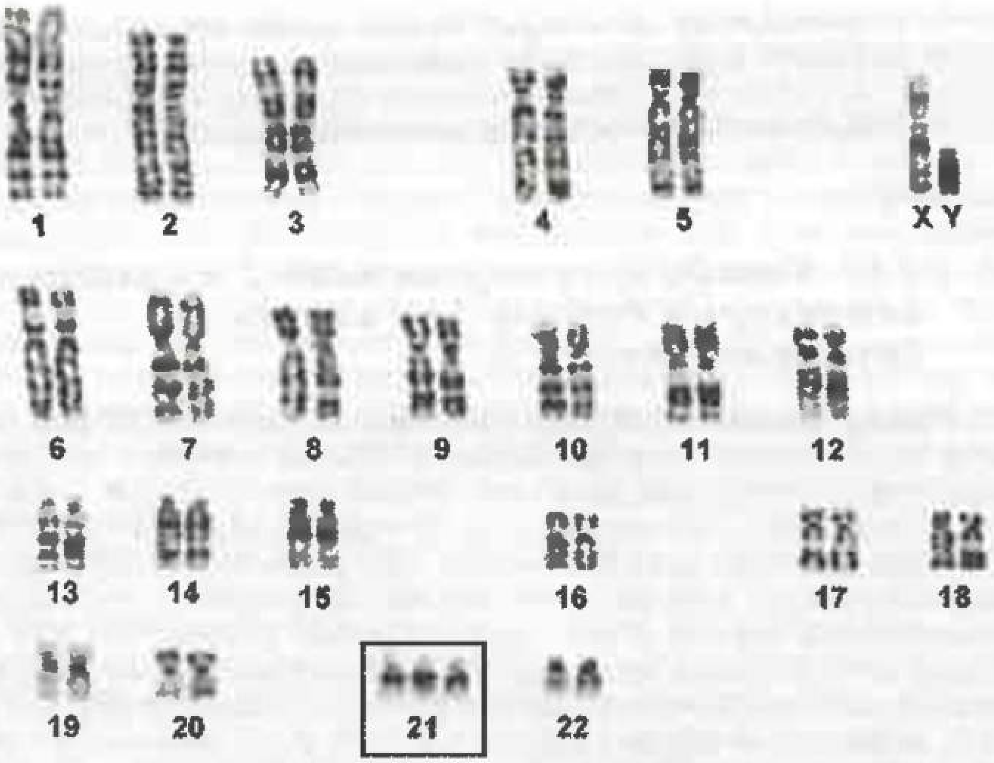
андый игезәкләрне *бер күкәй игезәкләре,* яки *охшаш игезәкләр* дип атыйлар (47 нче рәсем).

Охшаш игезәкләр кешенең нәселдәнлеген өйрәнү өчен бик әһәмиятле, чөнки аларның бер-берсеннән аерымлыгы төрле генотиплы булулары белән түгел, бәлки үсү шартларының, ягъни тирәлек шартларының, йогынтысы белән аңлатыла.

Цитогенетик метод. Бу метод махсус эшкәртелгән, үзенә бертөрле буяулар белән буялган хромосомаларның санын һәм структурасын микроскопик тикшеренүләргә нигезләнә. 48 нче рәсемдә ир-ат хромосомаларының ультрашәмәхә яктылыкта микроскоптагы күренешен компьютерда эшкәртү ярдәмендә табыл-



48 нче рәсем. Кеше (ир-ат) хромосомаларының компьютердагы күренеше



49 нчы рәсем. Даун авырулы ир-атның хромосомалары җыелмасы

ган сурәте китерелгән. Рәсемдә төрле төсләрнең бүленеше 23 пар хромосоманың һәрберсен, бер пар җенес хромосомаларын да (*X*- һәм *Y*-хромосомалар) кертеп, тиң дип танырга мөмкинлек бирә.

Кешенең хромосомаларын тикшерүләр шуны күрсәтте: күп кенә тумыштан килгән гариплекләр һәм нормадан тайпылышлар хромосомалар саны үзгәрүгә яки аерым хромосомаларның морфологиясе үзгәрүгә бәйле. 49 нчы рәсемдә Даун авыруы белән авыручы кешенең хромосомаларының фоторәсеме күрсәтелгән. Аның организмының барлык күзәнәкләрендә, ике булырга тиешле 21 нче номерлы хромосома өч булганлыктан, 46 хромосома урынына 47 хромосома. Бу авыру белән интегүче кеше акыл ягыннан зәгыйфь, тәбәнәк буйлы, кысык күзле, аның аяк-куллары кыска, чырае үзенчәлекле.

Кешедә хромосомаларның саны яки формасы үзгәрүгә бәйле бик күптөрле аномалияләр билгеле. Аларны *хромосома авырулары* дип атыйлар.

Соңгы вакытта, медиклар һәм генетикларның уртак тырышлыгы белән, ана карынындагы баланың хромосома һәм күп кенә биохимик аномалияләре барлыгын алдан әйтергә мөмкинлек бирүче методлар эшләнде.

Биохимик методлар. Соңгы елларда кешедә була торган бик күп нәселдән килгән авыруларның матдәләр алмашы бозылуга бәйле булуы ачыкланды. Мәсәлән, углевод, аминокислота, липид һәм башка типтагы матдәләр алмашы аномалияләре билгеле.

1. Нәселдәнлек законнарын кешегә карата кулланып буламы?
2. Кешенең нәселдәнлеген өйрәнүнең нинди методларын беләсез? Аларның медицина генетикасында нинди әһәмияте бар?
3. Ни өчен кешеләр бер-берсенә охшашмаганнар?

§36. Кешедә була торган кайбер нәселдәнлек авыруларын дәвалау һәм аларны булдырмый калу

Матдәләр алмашының нәселдән килгән аномалияләрен дәвалау. Теге яки бу нәселдәнлек авыруының биохимик механизмнарын белү күп очракларда авыру кешенең газапларын киметә. Шуны истә тотып, медицина генетикасы нәселдәнлек авыруларын өйрәнүгә зур игътибар бирә. Авыру кешегә аның организмында синтезланмый торган ферментларны кертәләр яки үз организмында ферментлар булмау сәбәпле файдаланылмый торган азык продуктларын рационнан чыгаралар. Ашказаны асты бизендә инсулин гормоны җитәрлек эшләнмәү сәбәпле, канда шикәрнең концентрациясе артудан шикәр диабеты була. Бу авыруны рецессив мутация китереп чыгара. Аны организмга инсулин кертү юлы белән дәвалыйлар.

Ләкин шуны истән чыгарырга ярамый: авыруны гына, ягъни «зарарлы» генның фенотипик чагылышын гына дәвалап була, ә дәваланган кеше үзе бу авыруны йөртүче булып кала бирә, һәм ул аны үзенең балаларына күчерергә мөмкин. Хәзер биохимик кимчелекләрнең механизмнары шактый ук яхшы өйрәнелгән йөздән артык авыру билгеле. Кайбер очракларда хәзерге микроанализ методлары мондый биохимик кимчелекләрнең хәтта аерым күзәнәктәгеләрен табарга мөмкинлек бирә. Бу исә үз чиратында әле бала ана карынында чагында ук, аның туым суында йөзеп йөрүче кайбер күзәнәкләре буенча, шундый авыруларны тикшереп диагноз куярга ярдәм итә.

Резус-фактор. Кан группалары системасы кешенең яхшы өйрәнелгән билгеләре исәбенә керә. Мисал өчен, канның «резус» системасын тикшерик. Әгәр канда *резус-фактор* дип аталган аксым булса, «резус» системасы өчен җаваплы ген — доминант (Rh^+ белән күрсәтелә), ә инде бу аксым синтезланмаса, рецессив (Rh^- белән күрсәтелә) булырга мөмкин. Әгәр резус-тискәре хатын-кыз белән резус-уңай ир-ат өйләнешсә, алардан туган баланың шулай ук резус-уңай булырга мөмкин. Бу вакытта бала организмында резус-фактор синтезланачак. Карындагы баланың кан әйләнеше системасы ананыкы белән бәйләнештә булганлыктан, бу аксым баладан ана организмына да күчә. Ананың иммун системасы өчен әлеге аксым чит булып тора, шуңа күрә аңа каршы антитәнчекләр ясала башлый (4 нче параграфны искә төшерегез). Бу антитәнчекләр баланың кан ясаучы күзәнәкләрен таркатачак. Аларның таркалу продуктлары агулы һәм ана организмының да, баланың да агулануын китереп чыгара. Бу — карындагы баланың үлеменә яки акылга зәгыйфь бала туугa сәбәпче булырга мөмкин.

Канның бу системасы нәселдән ничек күчүен һәм аның биохимик табигатен ачыклау ел саен күпләгән баланың гомерен саклап калырга мөмкинлек бирде.

Нәсел-нәсәптән өйләнешүләрнең тискәре нәтиҗәләре. Хәзерге җәмгыятьтә нәсел-нәсәптән кыз алу яки егет өйләндерү (кардәш-ырулар арасында никахлашулар) — сирәк күренеш. Ләкин географик, социаль, икътисади яки башка сәбәпләр аркасында күп буыннар дәвамында кечерәк контингент булып аерымланып яшәүче халыклар бар. Мондый аерымланган популяцияләрдә (*изолятларда*) нәсел-нәсәп арасында никахлашулар билгеле сәбәпләр аркасында, «ачык» популяцияләрдәгегә караганда, шактый ешрак очрый. Статистика күрсәтүенчә, бер нәселдән булган ата-анадан авыру балалар туу ихтималы яки алар арасында үлем-җитемнең ешлыгы читтән никахлашучыларныкына караганда уннарча, ә кайчак йөзләрчә тапкыр зуррак. Ир белән хатында бер үк зарарлы рецессив ген буенча гетерозиготалылык ихтималы булса, нәсел-нәсәптән никахлашулар бигрәк тә күңелсез нәтиҗәләргә китерергә мөмкин.

Медицина-генетика консультацияләре. Кеше генетикасын белү ир белән хатын икесе дә яисә берсе генә авыру яки икесе дә сәламәт булып, нәселләрендә күчә килгән авыру күзәтелгән очракларда, бу авыруның балада кабатлану ихтималын алдан күрергә мөмкинлек бирә. Әгәр беренче бала нәселдән килгән авыру белән туа икән, күп очракларда икенче баланың сәламәт туу ихтималын алдан әйтү мөмкинлеге бар. Медицина-генетика консультацияләре хәзер Россиянең күп кенә өлкә һәм край үзәкләрендә ачылды.

Якын елларда мондый консультацияләр, балалар һәм хатын-кызлар консультацияләре кебек үк, көнкүрешкә нык керәчәк. Медицина-генетика консультацияләреннән киң файдалану нәселдән килгән авыру белән интегүчеләрнең санын киметергә мөмкинлек бирәчәк һәм күп гаиләләрне авыру балалар туу бәхетсезлегеннән коткарачак. Мәсәлән, АКШта, дәүләт тарафыннан финанслана торган профилактика программасы булу аркасында, Даун синдромы белән туучы балаларның саны шактый кимеде.

Яшәү тирәлегенең чисталыгы турында кайгырту, су, һава, азык продуктларының мутаген һәм канцероген тәэсирле (ягъни мутацияләргә яки күзәнәкләрнең яман шешкә әверелүенә китерүче) матдәләр белән пычрануына каршы рәхимсез көрәш, барлык косметика һәм дару чараларын һәм көнкүреш химиясе препаратларын бик җентекләп тикшерү — болар барысы да кешеләрдә нәселдәнлек авырулары килеп чыгу очракларын киметү өчен мөһим шартлар булып тора.

- 1. Сез ничек уйлыйсыз, ни өчен нәсел-нәсәптән өйләнешүчеләрнең авыру бала тудыру ихтималы зуррак?
- 2. Нәселдән килгән авыруларны дәвалау мөмкинлеге нинди?
- 3. Нәселдән килгән авыруларны дәвалаганда, геннар үзгәрәме?
- 4. Ни өчен нәсел-нәсәптән никахлашырга ярамый?
- 5. Медицина-генетика консультациясе нәрсәгә нигезләнә, һәм ул нинди максатларны күздә тота?

IX бүлек. ГЕНЕТИКА ҺӘМ СЕЛЕКЦИЯ

«Селекция» төшенчәсе «сайланыш» дигәнне аңлата. Әмма практикада селекцияне йорт хайваннарының яңа токымнарын һәм культуралы үсемлекләрнең яңа сортларын, шулай ук микроорганизмнар штаммнарын чыгару һәм булганнарын яхшырту турындагы фән дип аңлыйбыз. Токым, сорт һәм штамм — болар билгеләрнең аерым бер комплексын туплаган ясалма рәвештә булдырылган популяцияләр. Шуның белән бергә, хайваннарны, культуралы үсемлекләрне һәм төрле микроорганизмнарны кеше ихтыяҗларыннан чыгып үзгәртү процессын да селекция дип карарга кирәк. Димәк, селекция — кешеләрнең практик эшчәнлегенең бер төре ул.

§ 37. Йортлаштыру — селекциянең башлангыч этабы

Нәрсә ул селекция? Киң мәгънәсендә селекция ул — йорт хайваннарының һәм культуралы үсемлекләрнең үзгәрү процессы. Н. И. Вавилов сүзләре белән әйтсәк, «кеше ихтыяры белән юнәлтелә торган эволюция процессы». Селекция, кешеләрнең практик эшчәнлегенең бер төре буларак, кешелек культурасының башлангыч чорында ук барлыкка килгән. Әмма фән булып ул чагыштырмача күптән түгел танылды. Селекция теориясе Ч. Дарвинның сайланышның иҗади роле турындагы эволюцион теориясе һәм соңрак генетика нигезендә уңышлы үсә башлады.

Үсемлекләрнең барлык хәзерге сортларын һәм хайваннарның токымнарын кеше селекция ярдәмендә китереп чыгарган һәм хәзерге цивилизацияне алардан башка күз алдына китерү мөмкин түгел. Хәзерге көндә селекция алдында гаять зур бурычлар тора. Бу индустриаль авыл хуҗалыгы шартларына җайлашкан яңа югары продуктив хайван токымнарын һәм үсемлек сортларын, шулай ук микроорганизмнарның кешегә кирәкле штаммнарын чыгарудан гыйбарәт.

Селекция теориясендә генетика мөһим урынны алып тора, шуңа күрә селекциянең генетик нигезләрен үстерү авыл хуҗалыгы практикасы өчен кирәк.

Йортлаштыру — селекциянең беренче этабы. Хәзерге йорт хайваннары һәм культуралы үсемлекләр үзләренең кыргый бабаларыннан килеп чыккан. Кыргый хайваннарны һәм үсемлекләрне культуралы формаларга әверелдерү процессын *йортлаштыру* дип атыйлар. Йортлаштыруның төп факторы булып организмнарның кеше ихтыяҗына җавап биргән ясалма сайланышы хезмәт итә. Хәзерге мөгезле эре терлекнең нәсел башы булган борынгы ана тур үзенең бозавына уннарча яки йөзләрчә генә килограмм сөт имезгән булса, хәзерге аерым сыер токымнары бер лактация чорында, ягъни бер бозаулаганнан икенче бозаулаганга кадәр, 15 әр мең кг сөт бирә.

Хайваннарны йортлаштыруның беренче шарты булып сайлап алу юлы белән кулга ияләштерү һәм кеше тирәсендә яшәргә сәләтле затларны булдыру торган. Бу — йортлаштыруның күрсәткече дә булып хезмәт иткән. Башкача әйткәндә, кеше кыргый хайваннарның холкын үзгәрткән һәм, шулай итеп, аларны йортлаштырган. Культуралы, ягъни йортлашкан формалар, кагыйдә буларак, табигый шартларда яши алмыйлар.

Йортлаштыру процессы инде беренче этапларында ук хайваннарның һәм үсемлекләрнең үзгәрүчәнлеге нык артуга китергән, бу исә ясалма сайланышны нәтиҗәле алып бару өчен алшартлар тудырган. Шуның нәтиҗәсендә хәзерге йорт хайваннарының токымнары, шулай ук үсемлек сортлары арасында зур аерымлыклар барлыкка килгән. Бу үзгәлекләр күп очракларда төрләр арасындагы аерымлыкларны гына түгел, хәтта ыруглар арасындагы аерымлыкларны да узып киткән.

Хайваннарны йортлаштыру һәм үсемлекләрне культуралаштыруда беренче адымны кешеләр б. э. га кадәр 20—30 мең ел элек ясаганнар. Хайваннарны йортлаштыру, мөгаен, кешенең кыргый хайваннарны очраклы гына үрчетеп каравыннан башланган булса кирәк. Кыргый хайваннарның кайберләре, кулга ияләшеп, үзләре өчен тудырылган яңа шартларда үрчи алганнар. Йортлаштыруның беренче этабы әнә шулай башланган.

Күпләп йортлаштыруга б. э. га кадәр VIII—VI меңьеллыкларда керешкәннәр. Нәкъ шул чорда кеше күпчелек хайваннарны һәм үсемлекләрне культуралаштырган. Хайваннарның һәм үсемлекләрнең кайбер төрләре соңрак йортлаштырыла. Мәсәлән, кроликларны кеше урта гасырларда гына үрчетә башлаган, шикәр чөгендерен игүле үсемлек сыйфатында XIX гасырда, ә бөтнекне XX гасырда гына үстерергә керешкән.

Кеше, үзенең ихтыяҗларын канәгатьләндерү өчен, хайваннарның һәм үсемлекләрнең яңа төрләрен йортлаштыруны хәзерге көндә дә дәвам итә. Югары сыйфатлы мех алу максатында, XX гасырда авыл хуҗалыгының яңа тармагы — җәнлек асраучылык барлыкка килде. Кеше киләчәктә дә хайваннарның һәм үсемлекләрнең яңа төрләрен йортлаштыру белән, һичшиксез, шөгыльләнәчәк.

Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре. Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре турындагы күзаллауларны үстерүгә Н. И. Вавилов һәм аның хезмәттәшләре бик зур өлеш кертә. Планетаның борынгы игенчелек цивилизациясе барлыкка килгән иң ерак почмакларына Н. И. Вавилов оештырган күп санлы экспедицияләр нәтиҗәсендә культуралы үсемлекләрнең дөньяда иң зур уникаль коллекциясе җыела. Үсемлекчелек институтында (Санкт-Петербург) саклана торган гаять зур коллекциянең нигезе булып нәкъ менә шул коллекция тора һәм фән, практика мәнфәгатьләренә актив хезмәт итә.

Культуралы үсемлекләр килеп чыгуның һәм аларны культуралаштыруның төп үзәкләре

Үзәкнең исеме	Культуралаштырылган үсемлекләр
1. Индонезия-Һинд-Кытай	Банан, шикәр пальмасы, саго пальмасы, ипи агачы, шикәр камышы
2. Кытай-Япония	Дөге, тары, соя, ефәк агачы
3. Урта Азия	Борчак, җитен, кишер, суган, миндаль, әстерхан чикләвеге, виноград
4. Алгы Азия	Бодай, арыш, арпа, солы, ногыт, ясмык
5. Урта диңгез	Зәйтүн агачы, кәбестә, гәрәнкә, люпин
6. Африка	Сорго, көнҗет, кәнә уты (клещевина), мамык, карбыз, кофе
7. Көньяк Америка	Маниок, фасоль, томат, арахис, ананас, бәрәңге
8. Урта Америка	Кукуруз, фасоль, кабак, кызыл борыч, тәмәке, какао

Хәзерге вакытта культуралы үсемлекләр килеп чыгуның төп сигез үзәген аерып күрсәтәләр (таблицаны карагыз). Тикшеренүләр күрсәтүенчә, дөге культурасы бу үсемлекнең ике кыргый төреннән — Азия һәм Африка төрләреннән килеп чыккан. Арпаның 20 кыргый төреннән (күпьеллыклар) бер генә төре — кушорлыклы арпа гына культуралаштырылган. Солы һәм арышны бодай белән арпадан соңрак игә башлаганнар. Аңарчы алар бодай басуындагы чүп үлән буларак билгеле була.

Хәзерге культуралы үсемлекләрнең килеп чыгуы һәм систематикадагы урыны турында чагыштырма-морфологик, физиологик тикшеренүләр, шулай ук хромосомаларның структураларын өйрәнү нигезендә фикер йөртәләр.

Хайваннарны йортлаштыру районнары. Хайваннарны йортлаштыру үзәкләре турында хәзерге зоология һәм археология тикшеренүләренә нигезләнеп, алар культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре белән бәйләнгән дип фикер йөртергә мөмкин. Индонезия-Һинд-Кытай үзәге районнарында иң беренче эт, дуңгыз, тавык, каз, үрдәк ише кечерәк төркемнәр булып кына яшәгән хайваннар йортлаштырылган булса кирәк.

Алгы Азия районнарында иң әүвәл — сарык, Кече Азиядә кәҗә йортлаштырылган дип уйланыла. Мөгезле эре терлекнең ыру башы булган тур иң беренче — Евразиянең күп өлкәләрендә, йорт атының бабалары исә Кара диңгез тирәсендәге далаларда йортлаштырылган. Американың үсемлекләр килеп чыгу үзәкләре районында лама, альпака, күркә йортлаштырылган.

Йорт хайваннарының килеп чыгуы. Эт — иң борынгы йорт хайваннарыннан берсе. Этнең килеп чыгуы турында соңгы вакытка кадәр күп бәхәсләр булды. Хәзер исә йорт этенең бердәнбер ыру башы бүре булганлыгы ачыкланды. Мөгезле эре терлекнең ыру башы — борынгы тур үгезе. Тур Евразиядә һәм Төньяк Африкада таралган булган, ләкин тора-бара кеше аны кырып бетергән.

Йорт сарыкларының борынгы бабалары, күрәсең, кыргый муфлон тәкәләре булгандыр, алар Европаның һәм Алгы Азиянең көньягында тауларда киң таралган булган. Күп кенә тикшеренүчеләр уйлаганча, йорт атының борынгы бабасы кыргый Пржевальский аты булган. Ләкин йорт аты һәм Пржевальский атының хромосомалары саны бертөрле булмавы ачыклангач, йорт атының борынгы бабасы көньяк рус далаларында яшәгән һәм XIX гасыр азагы — XX гасыр башында кырып бетерелгән кыргый ат — тарпан булу ихтималын әйтә башладылар. Тарпан һәм Пржевальский аты нинди дә урта ыру башыннан килеп чыккан.

Йорт дуңгызларының ыру башы — кыргый кабан — Евразиянең чиксез зур территориясендә таралган. Йорт мәчесенең борынгы бабасы кыргый мәче булган. Йорт тавыгы джунглида яшәүче кыргый кызыл тавыктан килеп чыккан.

Шулай итеп, йорт хайваннарының токымнары һәм үсемлекләрнең сортлары бик күп булуга карамастан, кагыйдә буларак, аларның йортлаштыруга дучар ителгән бер генә борынгы бабасын эзләп табарга туры килә.

1. Селекциянең беренче этабын тасвирлагыз, аның асылын ачып бирегез.
2. Җирдә тереклек итүче күпләгән хайван төрләреннән кеше, йортлаштыру өчен, чагыштырмача аз төрләрен сайлап алган. Сезнеңчә, бу нәрсә белән аңлатыла?
3. Культуралы үсемлекләрнең килеп чыгу үзәкләре турында Н. И. Вавилов тәгълиматының селекция өчен нинди практик әһәмияте бар?

○ 33 нче параграфны кабатлагыз.

§ 38. Хәзерге селекция методлары

Үзгәрүчәнлекнең сайланыш өчен әһәмияте. Селекция процессының нигезендә *ясалма сайланыш* ята. Үрчетү өчен кеше, иң яхшы хайваннарны, продуктиврак үсемлек формаларын яки микроорганизмнар штаммнарын сайлап алып, бу организмнарның кыргый ырубабаларын тамырдан үзгәртә. Ч. Дарвин иҗат иткән сайланыш турындагы тәгълимат, шулай ук организмнарның үзгәрүчәнлеге һәм нәселдәнлеге турындагы белемнәр селекция теориясе һәм практикасының нигезен тәшкил итә.

Хайван токымнары һәм үсемлек сортлары чикләрендә барлыкка килгән нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге сайланыш өчен материал бирүен Ч. Дарвин ук әйткән булган. Сайланышка дучар ителгән затларның

нәселдәнлекләре төрле булган очракта гына, сайланыш билгене үзгәртә ала. Бу очракта кеше үзен кызыксындырган билгеләр җыелмасын бирүче генотипларны гына сайлап алырга мөмкин.

Сайланыш һәм аның иҗади роле. Йортлаштыруның беренче этапларында кеше үзе теләгән хайваннарны һәм үсемлекләрне уйниятсез, ягъни үз алдына максат куймыйча сайлап алган. Ул ябып асрау шартларында яши һәм үрчи ала торган хайваннарны гына калдырган. Усал һәм куркак хайваннар юк ителгәннәр яисә, артык сүлпәнләнеп, андый шартларда үрчи алмас чиккә җиткәннәр. Шулай итеп, кеше хайваннарны, холыкларына карап, уй-ниятсез сайлап алган һәм аларны шундый итеп үзгәрткән ки, кыргый хайваннар — йорт терлегенә, ә кайберләре, мәсәлән эт, кешенең дустына әверелгән.

Әлбәттә, үсемлекләр дә шундый сайланыш үткәннәр. Мәсәлән, кыргый иң гади кыяклыларның башаклары сынучан, моны, һичшиксез, орлыклары таралуга җайлашу дип карарга кирәк. Уңышны билгеле бер вакытта җыеп алганнан соң, кеше чәчүлеккә башакларның нык үзәкләрен генә калдырып, уй-ниятсез сайланыш үткәргән: тора-бара бу иген культураларының үзенчәлекле билгесе булып киткән.

Терлекчелек һәм игенчелек үсешенең иң баштагы чорларында ук кеше үз ихтыяҗына күбрәк җавап биргән иң яхшы затлардан, кагыйдә буларак, яхшы токым тууын күреп алган.

Сайланыш өчен төп сыйфат итеп югары продуктлылык кына алынмаган, кешенең игътибарын еш кына хайван яки үсемлекнең төзелешендәге үзенчәлекләр, башкаларга охшамавы җәлеп иткән. Аңсыз сайланыш аркасында мөгезле эре терлекнең төп ит һәм сөт токымнары; чабыш һәм йөк атлары; этләрнең ау, сакчы һәм декоратив токымнары; мәчеләрнең җирле токымнары; күгәрченнәрнең хат ташучы, ярыш һәм декоратив токымнары; тавыкларның ит, йомырка, сугышчан токымнары барлыкка килгән. Күп буыннар дәвамында кешеләр тарафыннан үткәрелгән мондый сайланыш хайваннарның һәм үсемлекләрнең кеше өчен файдалы бик күп билгеләре һәм үзлекләренең кискен үзгәрүенә китерә, аларның кыргый бабаларына охшашлыкларын бетерә. Моннан тыш, бер үк нәселдән чыккан күп кенә хайван токымнары яки үсемлек сортлары бер-берсеннән шулкадәр аерылып тора ки, әгәр табигатьтә очрасалар, аларны төрле төргә яки хәтта төрле ыругка кертергә мөмкин булыр иде. Шул рәвешле, сайланыш организмнарның яңа формаларын китереп чыгара. Аның иҗади роле әнә шуннан гыйбарәт.

Соңрак, билгеләрнең нәселдән күчүе турында белемнәр туплану белән, кешеләр билгеле бер билгеләрне яхшыртуга юнәлтелгән методик, аңлы, максатчан сайланышны куллана башлыйлар.

Нәсел сыйфатларын бәяләү. Селекционерны күптөрле билгеләр кызыксындыра. Бу билгеләрнең кайберләренең фенотипик үзгәрүчәнлеге шактый дәрәҗәдә генотиплар төрлелеге белән билгеләнә, һәм ул яшәү шартларына бик бәйле түгел. Мәсәлән, сарыкларның йон озынлыгы.

Икенче бер билгеләр, киресенчә, генетик үзгәрүчәнлеккә аз бәйле була һәм тышкы тирәлек йогынтысына нык бирелә. Мөгезле эре тер-

лекнең сөтлелеге шундый билгеләргә керә. Шулай булгач, селекционерларның бурычы терлекләрнең нәсел сыйфатларын бәяләүдән һәм, үрчетү өчен, фенотип буенча гына түгел, ә бәлки генотип буенча да иң яхшыларын сайлап алудан гыйбарәт.

Хайваннар селекциясендә нәсел үрчеткечнең генотибы буенча бәяләү бигрәк тә әһәмиятле. Ата хайванның нәселлелек сыйфатларын бәяләүнең берничә методы бар. Бу методларның иң төгәле — токымга карап *нәселлелек* сыйфатларын бәяләү. Бәяләү нәтиҗәсендә теге яки бу сыйфатлар буенча иң яхшы үрчеткеч ата хайваннар беленә. Алар авыл хуҗалыгы өчен зур кыйммәткә ия иң күп нәсел алу өчен интенсив файдаланыла.

Аерым үсемлекләрнең сортлылык сыйфатларын бәяләүгә нигезләнгән сайланыш үсемлекчелектә дә кулланыла. Бу очракта нинди дә булса бер сорттан аерып алып *үз-үзеннән серкәләнгән* (саф) аерым линияләр буыны бәяләнә, ә үрчетү өчен иң яхшы линияләр сайлап алына. *Саф линия* — бер пар ата-анадан туган буын, ул билгеле бер билгеләр комплексы буенча гомозиготалы; үсемлекләрдә бу үзеннән серкәләнгән бер затның буыны булырга мөмкин.

Ырудаш кушылдыру һәм аларның селекциядәге әһәмияте. Күп санлы тикшеренүләр һәм практик тәҗрибәләр күрсәткәнчә, бер нәсел хайваннарын кушылдыру, үсемлекләрне махсус үзеннән серкәләндерүдәге кебек, еш кына яңа буыннарның яшәү сәләте һәм үрчеме кимүгә китерә. Бу иң әүвәл яңа буыннарның гомозиготалылыгы тиз үсү белән аңлатыла.

Шул ук вакытта, ырудаш кушылдыру, гомозиготалылык үсүгә бәйле рәвештә, аерым затларның иң яхшы сыйфатлары ныгып калуга да ярдәм итә. Шуңа күрә мондый кушылдыру еш кына селекционер үз алдына нинди дә булса нәселле хайванның яхшы сыйфатларын яңа токымда саклап калу бурычын куйганда кулланыла. Атап әйткәндә, танылган галим һәм селекционер М. Ф. Иванов, дуңгызларның Украин дала ак токымын чыгарганда, нәсел эчендә кушылдырудан файдалана. Бер нәсел затларын кушылдыру гетерозис нәтиҗәсен бирә торган линияләр китереп чыгару өчен дә кулланыла.

Гетерозис һәм аны авыл хуҗалыгында файдалану. Генетик яктан ерак формаларны үзара кушылдырганда, нык һәм яшәүгә сәләтле организмнар тууы күптәннән беленгән. Кушылдыру нәтиҗәсендә барлыкка килгән югары яшәүчәнлек сәләте *гетерозис* дип атала. Ишәк белән атны кушылдырудан туган мул — гетерозисның классик мисалы. Мул — көчле, чыдам хайван, ул ата-ана формаларына караганда шактый ук авыррак шартларда эшли ала. Гетерозис шулай ук токымара, сортара һәм линияара кушылдырулардан да килеп чыгарга мөмкин.

Терлекчелектә токымара гетерозис киң кулланыла. Генотиплары үзгә ике төрле токымны кушылдыру бик күп геннары буенча гетерозиготалы F_1 гибридларын бирә. Бу гибридлар тиз үсәләр, яхшы артым бирәләр, кыска гына вакыт эчендә зур массалы булалар. Шундый гетерозисны алу өчен, һәр токым буенча аерым селекция үткәрергә һәм алар арасында гибрид алырга кирәк.

Үсемлекчелектә, әйтик кукуруз үстергәндә, генотиплары үзгә ике линияне кушылдырып, гетерозисны күзәтергә була. Линияләрне үзеннән серкәләндереп табалар, нәтиҗәдә геннарның шактый өлеше гомозиготалы хәлгә күчә. Шундый линия үсемлекләре, кагыйдә буларак, кыска сабаклы һәм аз уңыш бирүчән була. Аларны кушылдырудан алынган гибридлар гетерозиготалылык аркасында еш кына гетерозис күренешен бирә, ул вегетатив массасы яхшырак үсүдә һәм бөртек уңышы югары булуда чагыла. Гибридның уңышы сорт уңышы белән чагыштырганда 1,5—2 тапкыр югарырак була.

- 1. Ясалма сайланышның нинди формаларын беләсез? Аларны тасвирлап бирегез.
- 2. Ата хайванның нәселлелек сыйфатларын нинди максаттан чыгып бәялиләр? Аңлатып бирегез.
- 3. Ни өчен авыл хуҗалыгы практикасында нәсел эчендә кушылдырудан файдаланалар?
- 4. Соңгы буыннарда гетерозис, гадәттә, сакланмый, сүнә. Сезнеңчә ничек, бу ни өчен шулай була?
- 5. Гетерозисның биологик әһәмияте нинди?
- 34 нче параграфны кабатлагыз.

§ 39. Полиплоидия, ерак төрләрне гибридлаштыру, ясалма мутагенез һәм аларның селекциядәге әһәмияте

Полиплоидия һәм үсемлекләр селекциясендә ерак төрләрне гибридлаштыру. Күп кенә культуралы үсемлекләр — *полиплоидлылар,* ягъни алар хромосомаларның икедән артык гаплоидлы җыелмасына ия. Төп азык-төлек культураларының күбесе: бодай, бәрәңге, солы — полиплоидлылар. Кайбер полиплоидлылар уңайсыз факторлар тәэсиренә бирешмәве һәм югары уңыш бирүе белән селекция өчен файдалы.

Полиплоидлы үсемлекләрне эксперименталь юл белән табуның берничә методы бар. Соңгы елларда шул методлар белән арыш, карабодай, шикәр чөгендеренең полиплоидлы сортлары чыгарылды.

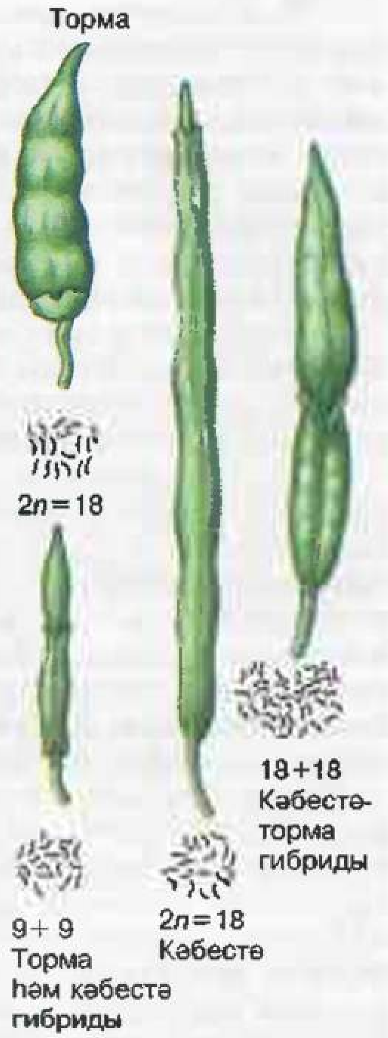
Ерак төрләрне гибридлаштыруның, ягъни үсемлекләрнең бөтенләй яңа формаларын китереп чыгаруда төрле төрләрне, хәтта ыругларны кушылдыруның киләчәге өметле. Ләкин беренче буын гибридлары, кагыйдә буларак, үрчемсез булалар. Үрчемсезлек мейоз вакытында хромосомалар конъюгациясе бозылудан килә. Ерак гибридларның полиплоидлашуы, мейоз процессының нормальләшүе аркасында, үрчемлелекне кире кайтара. Беренче булып ватаныбызның танылган генетигы Г.Д. Карпеченко, 1924 елда, полиплоидияне кулланып, үрчемсезлекне бетерде һәм кәбестә-торма гибридын (50 нче рәсем) барлыкка китерде. Кәбестә һәм торманың диплоидлы җыелмасында 18 әр хромосома бар ($2n=18$). Шуңа ярашлы рәвештә аларның гаметаларында 9 ар хромосома (гаплоидлы җыелма) була. Хромосомалар җыелмасы 9 «кәбестә» һәм 9 «торма» хромосомасыннан төзелә. Бу гибрид үрчемсез була, чөнки

кәбестә һәм торма хромосомалары конъюгацияләнми, шунлыктан гаметалар ясалу процессы нормаль уза алмый. Хромосомалар саны икеләтә арту нәтиҗәсендә, үрчемсез гибридта торма һәм кәбестә хромосомаларының тулы ике (диплоидлы) җыелмасы ($2n=36$) барлыкка килә. Шул сәбәпле мейоз өчен нормаль шартлар туа: кәбестә һәм торма хромосомалары үзара конъюгацияләнә. Һәр гаметада торма һәм кәбестәнең берәр гаплоидлы җыелмасы ($9+9=18$) була. Зиготада яңадан 36 хромосома булып чыга, гибридка үрчемлелеге кире кайта.

Йомшак бодай — табигый полиплоид; ул кыяклыларның якын төрләре хромосомаларының алты гаплоидлы җыелмасыннан тора. Аның килеп чыгу процессында ерак төрләрне гибридлаштыру һәм полиплоидия мөһим роль уйный.

Полиплоидлаштыру методы белән илебез селекционерлары табигатьтә күренмәгән арыш-бодай формасын — тритикалены китереп чыгардылар. Бөртеклеләрнең иң яхшы сыйфатларга ия яңа төрен — тритикалены китереп чыгару — селекциянең иң зур казанышларыннан берсе. Ул ике ыругның — бодай һәм арышның хромосомалары комплексларын берләштерү аркасында чыгарылды. Тритикале уңышы, туклыклылыгы һәм башка сыйфатлары буенча үзенә башлангыч биргән культураларның икесен дә уздыра. Уңайсыз туфрак-климат шартларына һәм куркыныч авыруларга каршы торучанлыгы белән исә бодайны уздыра һәм арыштан калышмый.

Хәзерге вакытта генетиклар һәм селекционерлар, ерак төрләрне гибридлаштырудан һәм полиплоидиядән файдаланып, кыяклыларның, җиләк-җимеш һәм башка культураларның яңа формаларын табалар.



50 нче рәсем. Полиплоидиягә нигезләнеп, төрара гибридның үрчемсезлеген бетерү процессы (кәбестә-торма гибриды)

Хайваннарда полиплоидия һәм ерак төрләрне гибридлаштыру. Табигатьтә хайваннар арасында полиплоидия сирәк очрый. Әмма кайбер төр йорт хайваннарында аның булуы мөмкин. Ватаныбызның танылган галиме Б. Л. Астауров, беренче булып, тут ефәкчесенең полиплоидлы формаларын чыгара. Ул Г. Д. Карпеченко тәкъдим иткән юл белән эш итә. Ерак төрләрне гибридлаштырудан һәм полиплоидиядән файдаланып, ул үзенең геномында ике аерым төрнең хромосомаларын берләштергән тут ефәкчесенең бөтенләй яңа формасын китереп чыгара. Бу хезмәт, — һичшиксез, хәзерге биологиянең искиткеч казанышларыннан берсе.

Ясалма мутагенез[1] һәм аның селекциядәге әһәмияте. Рентген нурлары тәэсиреннән мутация процессының нык тизләшүе һәм күпләгән яңа мутацияләр килеп чыгуы билгеле булуга, генетиклар селекция максатында ясалма юл белән мутацияләр китереп чыгару методларын эшли башлыйлар. *Мутагеннар*, ягъни мутация китереп чыгаручы агентлар сыйфатында, хәзерге вакытта ионлаштыручы радиациянең төрле төрләреннән (рентген нурларыннан, гамма-нурлардан, җылылык һәм тизләнешле нейтроннардан, ультрашәмәхә нурлардан) һәм махсус химик кушылмалардан киң файдаланалар.

Күпчелек очракларда мутагеннар йогынтысында килеп чыккан мутацияләр организм өчен уңайлы булмый. Ләкин, яшәү сәләтен нык киметә торган мутацияләр белән беррәттән, селекция өчен файдалылары да килеп чыгарга мөмкин.

Ясалма мутагенез, ягъни кеше күзәтүендә уза торган мутацияләр китереп чыгару процессы, үсемлекләр һәм микроорганизмнар селекциясендә уңышлы кулланыла. Бу методтан файдалану бигрәк тә төрле микроорганизмнарга: гөмбәләргә, чүпрә, суүсем, бактерияләргә карата нәтиҗәле булып чыга. Микроорганизмнар азык-төлек промышленностенда, дарулар, биологик актив матдәләр, шулай ук хайваннар өчен азык җитештерүдә киң кулланыла. Аларны куллану өлкәләре һаман арта бара. Ясалма мутагенез ярдәмендә башлангыч формаларына караганда меңнәрчә тапкыр нәтиҗәлерәк антибиотиклар бирүче күгәрек гөмбәләре табыла. Антибиотикларның әһәмияте һәркемгә мәгълүм: алар миллионлаган кешенең гомерен саклап кала. Селекциядә ясалма мутагенездан файдалану медицинада һәм авыл хуҗалыгында кулланыла торган витаминнар, аминокислоталар, аксымнар синтезлаучы микроорганизмнарның югары продуктив штаммнарын барлыкка китерергә мөмкинлек бирә. Киләчәктә кеше тормышының төрле өлкәләрендә микроорганизмнарның әһәмияте, һичшиксез, үсәчәк, бу исә микроорганизмнар генетикасы һәм селекциясенең әһәмиятен тагын да арттырачак.

Мутагеннарны файдалану аркасында, үсемлекләрнең мутант формалары барлыкка килә, аларда форма яки сортның кыйммәтле үзлекләре саклана һәм, шуның белән беррәттән, бигрәк тә селекционерларны кызыксындырган билгеләре яхшыра.

Мутант үсемлек сирәк очракларда гына шунда ук сорт башлангычы булып китәргә мөмкин. Күпчелек очракларда андый үсемлекләр гибридлаштыру һәм сайлап алу юлы белән сортлар китереп чыгаруда материал булып хезмәт итә. Шулай итеп, ясалма мутагенез хәзерге селекциядә кулланыла торган методлар арсеналында мөһим һәм нәтиҗәле урынны алып тора.

Россия фәннәр академиясенең Себер бүлекчәсенә караган Цитология һәм генетика институтында китереп чыгарылган сабан бодаеның Новосибирская-67 дигән сорты ясалма мутагенез методының нәтиҗәле-

---

[1] *Мутагенез* — мутацияләр килеп чыгу процессы.

легенә мисал булып хезмәт итә ала. Бу сорт Новосибирская-7 бодае орлыкларын рентген нурлары белән эшкәртеп табыла. Новосибирская-67 сорты кыска юан сабаклы, шуңа күрә сөрлекми торган булуы белән үзенчәлекле. Ул Көнбатыш Себер шартларында 30—40 ц/га уңыш бирә, һәм аннан яхшы сыйфатлы икмәк оны алына.

- 1. Ерак төрләрне гибридлаштыру ни өчен гибридларның үрчемсезлегенә китерә?
- 2. Селекциядә полиплоидияне куллану турында сезгә нәрсә билгеле?
- 3. Хайваннарда үрчемле ерак гибридларны барлыкка китерү мөмкинме?
- 4. Ясалма мутагенез механизмын, аның молекуляр нигезләрен аңлатыгыз.
- 5. Үзегезне селекционер итеп күз алдына китерегез. Сезнең алда, ясалма мутагенез булдырып, югары уңыш бирә торган яңа бодай сортын чыгару бурычы тора. Үзегез эшләячәк эшнең эзлеклелеге һәм эчтәлеге турында сөйләп бирегез.
- 17 нче параграфны кабатлагыз.

§ 40. Селекциянең уңышлары

Бөтен дөньядагы кебек, безнең илдә дә авыл хуҗалыгы продукциясен җитештерүне арттыру селекция процессында алынган үсемлек сортларының һәм хайван токымнарының потенциалыннан файдалануга нигезләнә. Башкача әйткәндә, безнең муллыкта яшәвебез селекциянең үсеш дәрәҗәсе һәм нәтиҗәләлелеге белән турыдан-туры бәйләнгән. Кешелек өчен селекциянең әһәмиятен нәкъ менә шул билгели.

Планетабыздагы барлык коры җир мәйданының 10% ы гына авыл хуҗалыгы өчен үзләштерелүенә карамастан, сөрү җирләрен тагын да киңәйтү мөмкин түгел, чөнки авыл хуҗалыгы өчен яраклы җирләрнең бүгенге көнгә үзләштерелә алырлык резервлары асылда беткән. Шулай булгач, бер генә чара кала: файдаланудагы җирләрнең нәтиҗәлелегенә ирешү, үсемлекләр һәм хайваннарның продуктлылыгын арттыру.

Соңгы 100 ел эчендә селекция шаккатыргыч уңышларга иреште. Бөртеклеләрдән уңыш алу бик нык артты. Хәзер нык алга киткән илләрдә бодай, дөге, кукурузның гектарыннан 100 ц уңыш җыеп алалар. Бәрәңгенең яңа сортлары буенча гектарына 1000 ц га кадәр рекордлы уңыш теркәлде. Бу — бездә игелә торган сортлар биргәннән дүрт тапкыр артыграк дигән сүз.

Башка культуралар буенча да шундый ук хәл күзәтелә. Уртача һәм рекордлы уңышларны чагыштыру яңа сортларга салынган резервларны һәм, үсемлекләрне игү технологиясен камилләштергәндә, аларны тормышка ашыру мөмкин булуын дәлилләде. Бу шулай ук азык-төлек потенциалын үстерү эшендә селекциянең зур перспективасын күрсәтә.

Терлекчелекнең соңгы ун ел эчендә нык алга китүе тиңдәшсез яңа токымнар барлыкка килүгә китерде. Сөт терлекләренең продуктлылыгы кайбер токымнарның елына 8—10 мең кг га җитте. Сарыкларның Россиядәге ит-йон токымының яңа себер тибы ит һәм йонны күп бирүе белән аерылып тора. Сарык тәкәсенең уртача массасы 110—130 кг, аннан уртача 6—8 кг чиста йон кыркып алына. Иң яхшы тавык токымнары елына 400 әр йомырка бирә, ә бройлер чебешләренең массасы җиде атна эчендә 2,5—3 кг га җитә.

Сөт терлекчелегендә файдаланыла торган селекция ысуллары комплексы *киң масштаблы селекция* дип атала. Ул барлык селекцион-генетик информация җыюны, селекция эшенең оптималь стратегиясен төзүне, иң нәселле хайваннарның генотипларына бәя бирүне, нәселле үгезләрнең туңдырылган спермалары банкларын булдыруны, сыерларның иң сөтлеләрен сайлап алу һәм нәтиҗәле куллануны үз эченә ала. Гормональ тәэсир һәм трансплантация методлары иң нәселле сыерлардан бер елга дистәләгән зигота алырга һәм аларны нәселсез сыерларда үстерергә мөмкинлек бирә. Бу системаны тулаем бер информацион үзәк идарә итә. Мондый киң масштаблы селекция токымның продуктлылыгын бер ел эчендә 1—2% ка күтәрергә мөмкинлек бирә. Бу — мөгезле эре терлек кебек акрын үрчи торган хайваннар өчен бик югары күрсәткеч.

Үсемлекләрнең яңа сортларын, хайваннарның яңа токымнарын китереп чыгаручы селекционер ул,— барыннан да бигрәк, генетика, систематика, физиология һәм башка күп фәннәрне камил белүче галим. Моннан тыш, образлы итеп әйткәндә, ул — башта булачак үсемлек сорты яки хайван токымының абстракт образын тудыручы һәм шуннан соң гына аны гамәлгә ашыручы рәссам. Бу ике сыйфатның бер кешедә булуы — шактый сирәк күренеш, шуңа күрә иң яхшы үсемлек сортларын яки хайван токымнарын китереп чыгаручы атаклы селекционерларны һәр җирдә беләләр. Россиянең иң танылган селекционер-игенчеләре: А. П. Шехурдин һәм В. Н. Мамонтова — сабан бодае буенча, И. В. Мичурин — җиләк-җимеш агачлары буенча, П. П. Лукьяненко һәм В. Н. Ремесло — уҗым бодае буенча, М. И. Хаджинов һәм Г. С. Галеев — кукуруз буенча, В. С. Пустовойт — көнбагыш буенча, М. Ф. Иванов, Н. С. Батурин, В. А. Струнников хайваннарның яңа токымнарын китереп чыгаруда зур хезмәт күрсәттеләр.

Селекциянең иң яңа методлары. Генетика өлкәсенә тикшеренүләрнең яңа методлары нык үтеп керүе, күзәнәкнең нәселдәнлек аппаратының структурасы һәм төзелеше законнары турында безнең күзаллауларыбыз киңәю һәм тирәнәю селекциянең принципиаль яңа методлары булдырылуына һәм эшкәртелүенә сәбәп булды. Генетиканың яңа юнәлешләре: күзәнәк инженериясе һәм геннар инженериясе барлыкка килде. Бу методларның селекциядә кулланылып килгән традицион методлардан, мәсәлән мутагенездан, принципиаль аерымлыгы генотипның үзгәрүчәнлеге чикләрен максатчан киңәйтүдән, селекция өчен алынган материалның планлаштырылган төрлелегеннән гыйбарәт. Хәзерге методлар иң зур кулланылышны үсемлекләр селекциясендә тапты.

Күзәнәк инженериясе һәм *клонлау* махсус ясалма тирәлектә аерым күзәнәкләр яки тукымаларны үстерү белән бәйле. Әгәр, үсемлектән аерым күзәнәкләр алып, аларны минераль тозлар, аминокислоталар, гормоннар һәм башка туклану компонентлары булган махсус тирәлеккә утыртсаң, алар үсеп китә ала. Бу,— димәк, организмнан аерылган мондый күзәнәкләрдә һәм тукымаларда күзәнәкнең бүленүе дәвам итә дигән сүз. Әмма иң мөһиме һәм кызыклысы шул: үсемлекләрнең аерым күзәнәкләре мондый ясалма шартларда бербөтен төзек үсемлек формалаштыру сәләтенә ия. Аларның бу үзенчәлекләре селекция өчен файдаланылды.

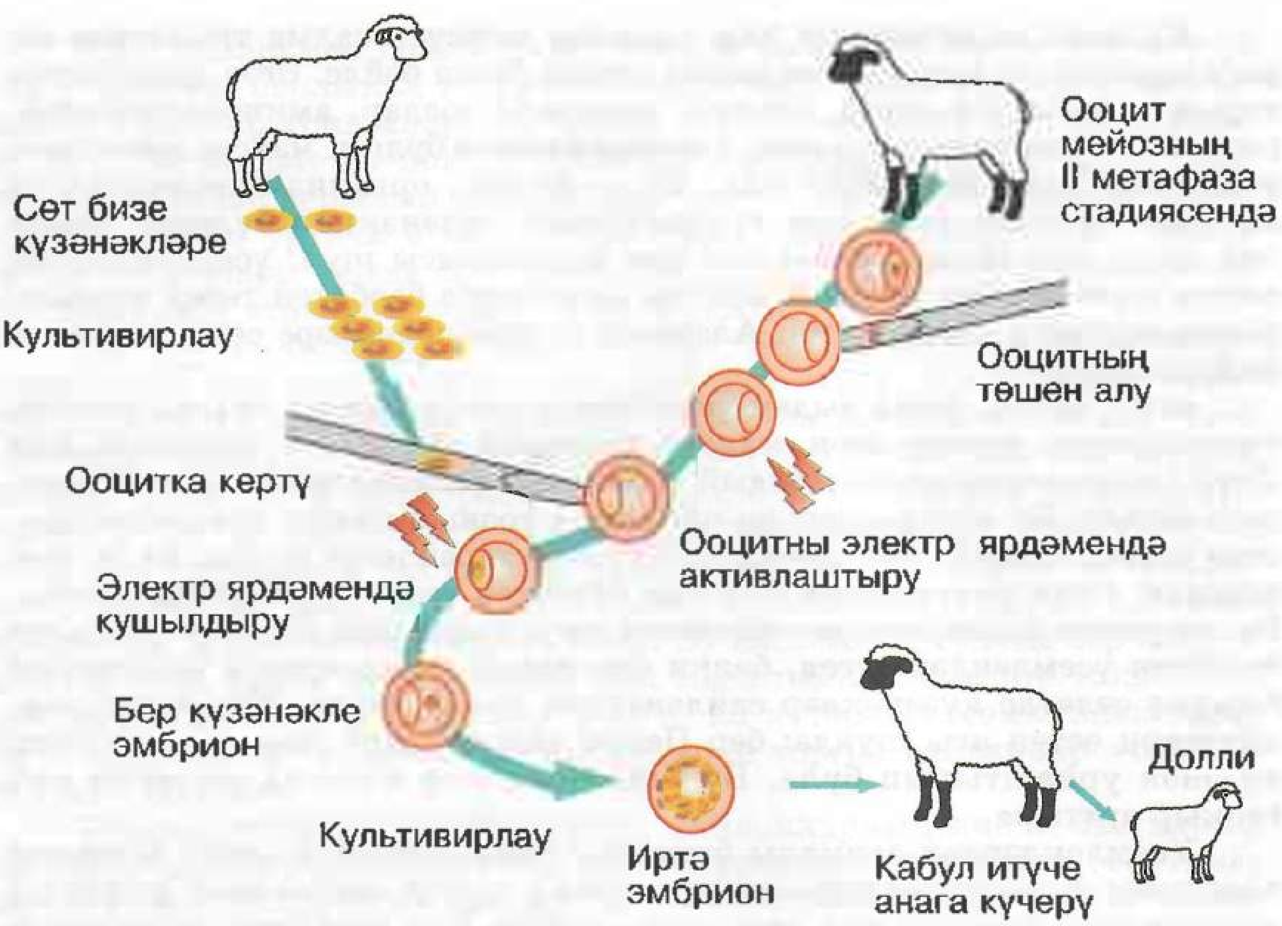
Әгәр, әйтик, тозга чыдам үсемлекләр алырга кирәк булса, үсемлек күзәнәкләрен үстерү өчен, махсус тозлырак тирәлек булдырыла, һәм Петри чашкаларындагы мондый тирәлеккә үсемлекнең меңләгән күзәнәге чәчелә. Бу күзәнәкләрнең күпчелеге тозның югары концентрациясенә чыдый алмый, үлә, ләкин кайберләре тереклеген саклап кала, һәм алардан, тозга чыдамлырак буларак, бербөтен үсемлек регенерацияләнә. Бу — күзәнәк дәрәҗәсендәге селекция мисалларыннан берсе, ул вакытта бербөтен үсемлекләр түгел, бәлки соңыннан үсемлекләргә башлангыч бирергә сәләтле күзәнәкләр сайланышка дучар ителә. Күзәнәк селекциясенең өстен ягы шунда: бер Петри чашкасында гына да меңләгән күзәнәк урнаштырып була. Бу сайланышның мөмкинлекләрен күп тапкыр арттыра.

Үсемлекләрдән аермалы буларак, хайваннарның үзенә бертөрле *яңартучы күзәнәкләре* (стволовые клетки), аеруча эмбриональ яңартучы күзәнәкләре генә ясалма тирәлектә үсәргә һәм бербөтен организмга башлангыч бирергә сәләтле. Дөньяда беренче *клонланган* хайван — Долли сарыгы — Шотландиядә 1997 елда алынган. Моның өчен галимнәр сарыкның сөт бизеннән алынган яңартучы күзәнәк төшен төше аерып алынган аталанмаган күкәй күзәнәккә күчергәннәр. Аннан соң бу күкәй күзәнәкне сарыкның аналыгына керткәннәр, һәм, тиешле вакыты узгач, клонланган беренче хайван туган. Хәзерге вакытта тычкан, сыер, дуңгыз, кролик һәм башка хайваннар клоннары алынган (51 нче рәсем).

Геннар инженериясе. Геннар инженериясе дигәннән, гадәттә, тере организмнарның (бактерияләр, хайваннар, үсемлекләрнең) бер төреннән еш кына чыгышы белән шактый ерак торган икенче төренә кирәкле геннарны күчереп утырту аңлашыла. Геннарны күчерүне (*трансгенез*) тормышка ашыру өчен, түбәндәге катлаулы операцияләрне башкарырга кирәк:

— составында билгеләнгән геннар башка төрнең геномына кертелә торган махсус генетик конструкцияләр (векторлар) булдыру. Мондый конструкцияләрдә, генның үзеннән тыш, аның эше белән идарә итү өчен барлык кирәкле нәрсә (промоторлар, терминаторлар) һәм күчерүнең уңышлы башкарылуын хәбәр итүче геннар-«репортёрлар» булырга тиеш;

— генетик векторларны башта күзәнәккә, ә аннан соң башка төрнең геномына кертү һәм үзгәргән күзәнәкләрне бербөтен организм итеп үстерү.



51 нче рәсем. Хайваннарны клонлауның төп этаплары

Шундый ген-инженерлык операцияләре нәтиҗәсендә геномы үзгәртелгән үсемлек һәм хайваннарны *трансгенлылар* (геннары күчерелгәннәр) дип атыйлар.

Ачыграк күзаллау өчен, төрле илләрнең, шул исәптән безнең илнең галимнәре, ген-инженерлык методларын кулланып, үсемлекләрнең селекция өчен әһәмиятле яңа формаларын китереп чыгаруга ничек ирешкәннәрен тикшерик.

Табигатьтә эндотоксин дигән аксым барлыкка китерүче Bacillus thuringiensis бактериясе бар. Бу бактерия корткыч бөҗәкнең ашказанына эләксә, эндотоксин аның стенкасын тарката һәм корткыч бөҗәк үлә. Аксымның мондый үзлеген ген инженерлары авыл хуҗалыгы үсемлекләренең корткыч бөҗәкләргә бирешми торган формаларын китереп чыгару өчен файдаланырга уйлаганнар. Алар бактериаль ДНКдан эндотоксинны кодка салучы генны аерып алганнар. Һәм аны туфракта яшәүче Agrobacterium tumefaciens бактериясе күзәнәкләрендәге табигый генетик векторлар — плазмидалар — составына керткәннәр. Бу бактерияне туклыклы тирәлектә үсүче үсемлек тукымасы кисәкләренә йоктырганнар. Берникадәр вакыттан токсин-аксым өчен җаваплы генны йөртүче плазмидалар үсемлек күзәнәкләренә кергәннәр, һәм ген үсемлек ДНКсының эченә кереп урнашкан. Аннан соң

үсемлек тукымасының кисәкләрен тулы сыйфатлы үсемлекне үстереп җиткерерлек башка составлы икенче туклыклы тирәлеккә күчергәннәр. Ниһаять, андый үсемлекләр үсеп җиткән һәм, аларның яфракларына корткыч бөҗәкнең гусеницаларын утырткач, токсин-аксымлы үсемлек тукымасын татып караган гусеницаларның үлүе ачыкланган. Шунысы мөһим: токсин фәкать бөҗәкләрне генә үтерергә, ә кеше һәм терлекләр өчен бөтенләй зарарсыз булырга тиеш. Югарыда тасвирланган юл белән хәзерге вакытка бәрәңге, томат, тәмәке, рапсның төрле зарарлы корткыч бөҗәкләргә бирешмәүчән формаларын китереп чыгаруга ирешелде. Шулай булганда, кеше генә түгел, күп хайваннар: бөҗәк, җәнлек һәм кошлар да зыянын күрә торган химик инсектицидлар белән агулауның кирәге калмый. Молекуляр биология өлкәсендә эшләүче белгечләр виноградка брокколи кәбестәсенең кыргый ырудашыннан салкынга чыдамлылык генын күчерәләр. Салкынга чыдам виноград сортын табу өчен, нибарысы бер ел вакыт кирәк була. Гадәттә, виноградның яңа сортын чыгару өчен, 25—35 ел кирәк, бу вакытта традицион методлар виноград ыругына карамаган башка үсемлекләрдән геннарны күчерергә мөмкинлек бирми. Трансген үсемлекләрне күп илләрдә үстерәләр. Аларны игү мәйданнары буенча беренче урында АКШ, Аргентина һәм Кытай тора. Иң зур мәйданнарда соя, кукуруз, мамык, рапс һәм бәрәңге игелә.

Үсемлек күзәнәкләренә яңа нәселдәнлек информациясен кертүнең башка ысуллары да эшләнде. Алар электр корылмаларын һәм ДНК өземтәләре кертелгән металл кисәкчекләрен атучы ген пушкасын файдалануга нигезләнгән.

Хайваннар геномына яңа геннар күчерү төрле методлар белән тәэмин ителә. Күкәй күзәнәк төшенә ДНК микроинъекциясе кулланыла. Чит ДНК өземтәләрен хайваннарның үстерелә торган эмбриональ яңартучы күзәнәкләренә вируслар күчерә ала. Мондый үзгәргән яңартучы күзәнәкләр соңыннан үсештәге эмбрионга күчереп утыртыла һәм буш (химера) хайван алына. Буш дип шуның өчен атала: аларның күзәнәкләренең бер өлеше — эмбрионның үз күзәнәкләреннән, ә икенче өлеше трансплантацияләнгән (күчерелгән) күзәнәкләрдән үсә. Трансплантацияләнгән күзәнәкләрдән барлыкка килгән яңа буын күзәнәкләр буш хайваннарның күп тукымалары һәм органнары, шул исәптән җенес күзәнәкләре формалашуында катнаша. Бу хуҗалык ягыннан файдалы билгеләргә ия трансген хайваннарның яңа токымнарын китереп чыгарырга мөмкинлек бирә.

1. Күзәнәк инженериясе методларын куллануга бәйле рәвештә, селекциядә нинди перспективалар ачыла?
2. Күзәнәк инженериясе методлары турында сөйләгез. Аларны кулланганда, нинди нәтиҗәләр алынган?
3. Геннар инженериясеннән файдаланганда, микроорганизмнар, үсемлекләр һәм хайваннар күзәнәкләре белән үткәрелә торган төп операцияләрне санап чыгыгыз. Мондый эш нинди нәтиҗәләргә китерә?

IV кисәк

ЭВОЛЮЦИЯ

X бүлек. ЭВОЛЮЦИОН ИДЕЯЛӘРНЕҢ ҮСЕШЕ. ЭВОЛЮЦИЯНЕҢ ДӘЛИЛЛӘРЕ

Эволюция ул — күп буыннар дәвамында тереклек иярәренең төзелеше һәм үз-үзләрен тотышларының формасы тарихи үзгәрү. Эволюцион теория Җир йөзендәге барлык тереклекне характерлый торган билгеләр җыелмасына аңлатма бирә.

Тереклек иярәренә аларның төзелешендәге искиткеч катлаулылык, организмда аерым өлешләренең сокландыргыч координациясе, биохимик һәм физиологик реакцияләрнең килешенгәнлеге, төзелешләрендәге һәм үз-үзләрен тотышларындагы гаҗәеп ярашлылык, яшәү стратегиясенә һәм тактикасына җайлашулары һәм бактериядән алып кешегә кадәр акылга сыймаслык төрлелек хас.

Болар барысы ничек барлыкка килгән соң? Бу сорау кешелекне бик борынгыдан кызыксындырган. Төрле диннәрнең җавабы бер булган: янәсе, барлык хайван һәм үсемлек төрләре Алла тарафыннан яратылган, аларның төзелеше катлаулы булу һәм организмда төрле өлешләрнең гаять төгәл координациясе — Тәңре кодрәте булуга ышандырырлык дәлил.

Хәзерге вакытта күпчелек галимнәр безнең планетада яшәүче тереклек иярәренең барлык күптөрлелеге озакка сузылган эволюция процессы нәтиҗәсендә барлыкка килүенә, аның төп механизмы очраклы нәселдәнлек үзгәрешләренең (мутацияләрнең) табигый сайланыш булуына инана. Хәзерге эволюцион теориянең нигезләре бөек инглиз натуралисты Чарлз Дарвин тарафыннан салынган.

§ 41. Эволюцион күзаллауларның барлыкка килүе һәм үсеше

Эволюционизмның алшартлары. Фән алга киткән саен, төрләрнең үзгәрмәүчәнлеге идеясенә каршы килүче мәгълүматлар күбрәк тупланган.

Геологик тикшеренүләр шуны күрсәтә: Җир йөзендә тереклекнең килеп чыгуына, алдан уйланылганча, берничә мең ел түгел, ә күп миллион ел узган.

Борынгы хайван һәм үсемлекләрнең хәзергеләргә охшаш, ләкин шул ук вакытта алардан күп кенә төзелеш үзенчәлекләре буенча

аерылып торган казылма калдыклары табылды. Бу хәзерге төрләр күптән үлеп беткән төрләрнең үзгәргән буыннары булырга тиешлеген дәлилли.

Хайваннарның төрле төрләренең төзелешендә һәм индивидуаль үсеше үзенчәлекләрендә гаҗәеп охшашлык табылды. Бу охшашлык ерак заманнарда төрле төрләрнең ерак уртак бабалары булганлыкны күрсәтә.

Зоологлар һәм ботаниклар төрләр һәм төрчәләрне ачыклауда авырлыкларга очрыйлар. Бөек швед галиме Карл Линней тарафыннан эшләнгән терек табигать системасы охшашлык принцибына нигезләнеп төзелә, ләкин ул иерархик структуралы була һәм тере организмнарның якын төрләре арасындагы ырудашлык турындагы фикергә этәрә.

Бу фактларны анализлап, галимнәр төрләр үзгәрүчән дигән нәтиҗәгә киләләр. Мондый күзаллауларның авторлары вакыт эчендә төрләрнең үзгәрүен Тәңренең алдан ниндидер бер ниятен җаелдерүе, тарихи үсеш барышында алдан төзелгән программа нәтиҗәсе итеп караганнар. Бу *эволюцион* караш исемен ала. Мондый карашларны XVIII гасырда һәм XIX гасыр башында Ж. Бюффон, В. Гёте, К. Бэр, Эразм Дарвин — Чарлз Дарвинның бабасы һ.б. әйтә. Әмма бу галимнәрнең берсе дә төрләрнең ни өчен һәм ничек үзгәрүенә канәгатьләнерлек аңлатма тәкъдим итә алмаган.

Ламаркның эволюцион теориясе. Француз галиме Жан Батист Ламарк теориясе иң танылганы була. XIX гасырда басылып чыккан «Зоология философиясе» дигән китабында ул төрләрнең үзгәрүчәнлеге турында үз фикерендә нык тора. Ламарк, ул чорда өстенлек иткән башка карашларга каршы чыгып, барлык төрләрнең, кешене дә кертеп, башка төрләрдән килеп чыгуын әйтә.

Эволюция, Ламаркча, тереклекнең түбән формаларыннан югары формаларына таба алгарышлы хәрәкәт итеп күзаллана. Хәзерге төрләрнең төзелешендә күзәтелә торган төрле дәрәҗәдәге катлаулылыкны аңлату өчен, ул тереклек даими рәвештә үзеннән-үзе яңарып тора дип уйлый: югарырак төзелешле формаларның бабалары иртәрәк туган һәм шунлыктан аларның нәселе прогресс юлыннан киткән.

Ламарк эволюциянең механизмы итеп һәр тере организмда камилләшүгә, прогрессив үсешкә омтылышның баштан ук салынган булуын санаган. Бу омтылыш ничек һәм ни өчен барлыкка килгән, Ламарк моны аңлатмаган һәм хәтта бу сорауны игътибарга алырга тиешле дип тә тапмаган. Тереклек ияләренең тышкы тирәлектәге үзгәрешләргә җайлашулар белән җавап бирергә сәләтен ул шулай ук алдан билгеләнгәнлек һәм аны аңлату кирәк түгел дип исәпләгән. Ламарк, күпчелек үзенең замандашлары кебек үк, тирәлек йогынтысында барлыкка килгән үзгәрешләр нәселдән-нәселгә күчә дип санаган. Ул органнарны яхшы күнектерү аларның зураюына, ә күнектермәү дегенерациягә китерә дип уйлаган. Сукыр тычканнарның күзләре үсеш алмау (редукция) — күп буыннар буена күнектерелмәү нәтиҗәсе дигән фикердә торган.

Жирафның муены, Ламарк уйлаганча, шуңа озынайган: ул, муенын сузып, агачтагы яфракларга үрелгән, шул рәвешле, «муенын күнектергән» һәм бу, буыннан-буынга дәвам итеп, аның озынайганнан-озынаюына китергән. Ламаркның жирафка бәйле мисалы күп авторлар

ЖАН БАТИСТ ЛАМАРК (1744—1829) — француз табигать фәннәре белгече, зоолог, ботаник, палеонтолог, эволюционист. «Биология» терминын тәкъдим итә. Беренче булып хайваннарны умырткалы һәм умырткасызларга аера, тулы эволюцион тәгълиматны тудыра, яшәү дәверендә булдырылган билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчүенә инанган була.

тарафыннан тикшерелгән, кайберләре аны ышандырырлык дип тапкан, икенчеләре, билгеләрнең яшәү дәверендә барлыкка килгән үзгәрешләре нәселдән-нәселгә күчми дигән фикердән чыгып, аны кире каккан. Әмма ни өчендер муенны үз көчең белән озынайту һич тә мөмкин булмавына, моның өчен читтән көч кую кирәклегенә беркем дә игътибар итмәгән.

Шулай итеп, Ламарк беренче булып *трансформизмның* — төрләр үзгәрүчәнлегенең тулы концепциясен тәкъдим итә. Ләкин эволюциянең ул тәкъдим иткән механизмы шулкадәр коры фикерләүгә корылган була ки, шул чорның күпчелек биологлары тарафыннан бик начар кабул ителә һәм билгеле бер дәрәҗәдә эволюция идеясенең үзен уңайсыз хәлгә калдыра.

● 1. XVIII—XIX гасырларның нинди фәнни ачышлары төрләрнең үзгәрүчәнлеге турындагы идеянең барлыкка килүенә сәбәп була?
● 2. Ламаркның эволюцион теориясенең асылы нәрсәдә?
▶ 3. Генетика законнары турындагы белемнәрегездән файдаланып, булдырылган билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчүе мөмкин булмавын дәлилләгез.

§ 42. Чарлз Дарвин һәм аның төрләр килеп чыгуы турындагы теориясе

Ч. Дарвинның тормышы һәм хезмәтләре. Чарлз Дарвин 1809 елның 12 февралендә табиб гаиләсендә туа. Эдинбург һәм Кембридж университетларында укып, Дарвин зоология, биология, ботаника һәм геология өлкәсендә тирән белем, кырда тикшеренүләр үткәрү күнекмәләрен ала. Аның фәнни карашы формалашуда атаклы инглиз геологы Чарлз Лайельнең «Геология принциплары» китабы зур урын алып тора. Лайель раславынча, Җирнең хәзерге күренеше бүгенге көндә дә үзен сиздерүче шундый ук табигый көчләр йогынтысында акрынлап формалашкан. Дарвин үзенең бабасы Эразм Дарвин, Ламарк һәм башка эволюционистларның эволюцион идеяләре белән таныш була, ләкин

ЧАРЛЗ ДАРВИН (1809—1882) — инглиз натуралисты, төрләрнең табигый сайланыш юлы белән килеп чыгуы турындагы тәгълиматка нигез сала. Төп эволюцион хезмәтләре: «Төрләрнең табигый сайланыш юлы белән килеп чыгуы», «Йортлаштыру йогынтысында йорт хайваннарының һәм культуралы үсемлекләрнең үзгәрүе», «Кешенең килеп чыгышы һәм җенси сайланыш», «Кешедә һәм хайваннарда эмоцияләр чагылышы».

алар аны ышандырмый. «Бигль» корабленда дөнья әйләнә сәяхәт кенә аның язмышын кискен үзгәртә (1832—1837). Бу сәяхәт вакытында аңа иң көчле тәэсир калдырган нәрсә, Дарвинның үз сүзләре белән әйткәндә: «1) хәзерге броненосецлар панцирена охшаш панцирь белән капланган гигант казылма хайваннарны ачу; 2) Көньяк Америка материгы буйлап барган саен, хайваннарның якын ырудаш төрләре берсе икенчесен алмаштыру күренеше; 3) Галапагос архипелагының төрле утрауларындагы якын ырудаш төрләрнең бер-берсеннән аз аерылуы факты. Шунысы ачык: моның ише фактларны, башкаларны аңлаткан кебек үк, төрләр акрынлап үзгәргән дип фаразлауга нигезләнеп кенә аңлатып булыр иде, һәм бу проблема мине әзәрлекли башлады».

Сәяхәттән кайткач, Дарвин төрләрнең килеп чыгуы проблемасын төрле яктан уйлап карый. Ул төрле идеяләрне, шул исәптән Ламарк идеясен дә тикшерә, һәм аларның берсе генә дә хайваннарның һәм үсемлекләрнең яшәү тирәлеге шартларына искиткеч җайлашканлыгы фактына аңлатма бирмәгәнлектән, аларны кире кага. Элеккерәк эволюционистларга алдан билгеләнгәнлек һәм бу аңлатуны таләп итми дип тоелган нәрсә Дарвин өчен иң мөһим сорау булып тора. Ул табигатьтә һәм йортлашу шартларында хайваннарның һәм үсемлекләрнең үзгәрүчәнлеге турында мәгълүматлар туплый. Күп еллар узгач, үзенең теориясе ничек барлыкка килүе турында искә төшереп, Дарвин болай дип яза: «Тиздән мин шуны аңладым: хайваннар һәм үсемлекләрнең файдалы расаларын булдыруда кеше уңышларга ирешкән икән, анда төп рольне сайланыш уйный. Әмма табигый шартларда яшәүче организмнарга карата сайланыш ни рәвешле кулланыла алуы минем өчен берникадәр вакыт сер булып калды». Нәкъ менә шул вакытта Англиядә популяцияләрнең саны геометрик прогрессиядә артуы турында инглиз галиме Т. Мальтус (1766—1834) идеяләре бик көчле тикшерелә. «1838 елның октябрендә мин Мальтусның «Бер ил халкы турында» дигән китабын укыдым,— дип дәвам итә Дарвин,— һәм, хайваннар белән үсемлекләрнең тереклек рәвешен озак күзәтүләрем аркасында, мин һәр җирдә барган яшәү өчен көрәшнең әһәмиятенә

АЛЬФРЕД УОЛЛЕС (1823—1913) — Ч. Дарвин белән бер үк вакытта, аннан бәйсез рәвештә, табигый сайланыш теориясе белән чыккан инглиз натуралисты. Дарвинизмны халык арасында таратуга һәм аны үстерүгә зур хезмәт куйган.

бәя бирерлек дәрәҗәдә әзерлекле идем, мине шунда ук андый шартларда уңайлы үзгәрешләр сакланып калу, ә уңайсызлары юкка чыгу юнәлешен алырга тиеш дигән уй гаҗәпкә калдырды. Моның нәтиҗәсе яңа төрләр барлыкка килү булырга тиеш тә».

Шулай итеп, табигый сайланыш юлы белән төрләрнең килеп чыгуы турында Дарвин идеясе 1838 елда барлыкка килә, ләкин ул 1859 елда гына авыр шартларда басылып чыга. 1858 елда яшь инглиз галиме Альфред Уоллес Дарвинга «Төрчәләрнең башлангыч типтан чиксез тайпылуы тенденциясе турында» дигән мәкаләсенең кульъязмасын җибәрә. Бу мәкаләдә табигый сайланыш юлы белән төрләрнең килеп чыгуы идеясе аңлатып бирелгән була. Дарвин үз хезмәтен бастырып чыгарудан баш тартырга да әзер була, ләкин аның дуслары геолог Ч. Лайель һәм ботаник Г. Гукер, Дарвинның бу идеясе турында күптән белгән һәм аның китабының караламасы белән танышкан кешеләр буларак, галимне һәр икесенең дә хезмәтләре бер үк вакытта басылып чыгарга тиешлегенә ышандыралар.

Дарвинның «Төрләрнең табигый сайланыш юлы белән килеп чыгуы, яки Яшәү өчен көрәштә уңайлы расаларның сакланып калуы» дигән китабы 1859 елда дөнья күрә, һәм аның уңышы көтелгәннән дә уздырып җибәрә. Аның эволюция идеясе кайбер галимнәрнең кайнар яклавын таба һәм икенчеләренең кискен тәнкыйтенә дучар була. Дарвинның шушы һәм башка хезмәтләре «Йортлашканда, хайваннарның һәм үсемлекләрнең үзгәрүе», «Кешенең килеп чыгышы һәм җенси сайланыш», «Кешедә һәм хайваннарда эмоцияләрнең чагылышы» басылып чыкканнан соң, бик тиз бестселлерларга (АКШта һәм Англиядә күп укыла торган китап) әверелә һәм күп телләргә тәрҗемә ителә. Шуны искәртергә кирәк: Дарвинның «Йортлашканда, хайваннарның һәм үсемлекләрнең үзгәрүе» дигән китабының русчага тәрҗемәсе оригинал текстына караганда иртәрәк басылып чыга. Атаклы рус палеонтологы В. О. Ковалевский бу китапны Дарвин үзе җибәргән нәшрият гранкаларыннан тәрҗемә итә һәм аерым чыгарылышлар белән бастырып чыгара.

Ч. Дарвин иҗат иткән эволюцион теориянең төп принциплары. Эволюциянең Дарвин концепциясенең асылы логикага нигезләнгән, экспериментта тикшерелгән һәм гаять бай фактик мәгълүматлар белән расланган берничә тәгъбиргә (положениегә) кайтып кала:

1. Тере организмнарның һәр төре чикләрендә морфологик, физиологик, үз-үзләрен тотышы һәм башка теләсә нинди билгеләре буенча *индивидуаль нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге* гаять киң колач ала. Бу өзлексез микъдар үзгәрүчәнлеге яки өзек-өзек сыйфат үзгәрүчәнлеге характерында булырга мөмкин, ләкин ул һәрвакыт булып тора. Билгеләр җыелмасы буенча тулысынча охшашкан ике затны очратырга мөмкин түгел.

2. Барлык тереклек ияләре сан ягыннан бик тиз артырга сәләтле. Дарвин болай дип яза: «Кагыйдәдән бер генә чыгарма да юк, ягъни теләсә нинди органик тереклек иясе табигый рәвештә шундый прогрессиядә үрчи ки, әгәр ул кырып бетерелмәсә, бер парның токымы бөтен Җир йөзен каплап алыр иде».

3. Тере организмнарның теләсә кайсы төре өчен яшәү ресурслары чикләнгән, һәм шуңа күрә, затлар күпләп үрчегәндә, я бер төр эчендәге затлар арасында, я төрле төр затлары арасында, я табигать шартлары белән *яшәү өчен көрәш* башланырга тиеш. «Яшәү өчен көрәш» төшенчәсенә Дарвин затның яшәү өчен үз көрәшен генә түгел, бәлки үзеннән соң буын калдыруны уңышлы тәэмин итү өчен көрәшне дә кертә.

4. Яшәү өчен барган киеренке көрәш шартларында яхшырак җайлашкан, шул шартлар өчен очраклы гына файдалы булып чыккан тайпылышлары булган затлар үрчем бирә. Бу — Дарвинның аргументларында принципиаль мөһим момент. Тайпылышлар тирәлек йогынтысына җавап буларак юнәлешле барлыкка килми, ә очраклы гына барлыкка килә. Һәм моның конкрет файдасы да очраклы гына булып чыга. Исән калган заттан туган үрчем кайчандыр борынгы бабаларына яшәп калырга мөмкинлек биргән файдалы тайпылышны үзенә мирас итеп ала һәм шуның аркасында популяциянең башка вәкилләренә караганда бу тирәлеккә яхшырак җайлашкан булып чыга.

5. Җайлашкан затларның исән калуы һәм өстенлек белән үрчүен Дарвин *табигый сайланыш* дип атый. Ул болай дип яза: «Меңләгән затны күздән үткәреп,үзен кызыксындырган билгеләргә ия иң яхшы нәсел үрчеткечләрнең кирәген генә сайлап алган һәм үрчеткән селекционер кебек, табигый сайланыш та һәр көн, һәр сәгать бөтен галәм буйлап иң кечкенә үзгәрешләрне чүпли, начарларын кире кага, яхшыларын саклый һәм туплый, кайда гына һәм кайчан гына булмасын, уңайлы очракны уздырмый, тавыш-тынсыз, күренми генә һәрбер органик тереклек иясен яшәү шартларына (органик һәм неорганик шартларга) бәйле рәвештә камилләштерү буенча үз эшен башкара».

6. Аерымланган төрчәләрнең табигый сайланышы төрле яшәү шартларында акрынлап бу төрләрнең билгеләре аерылуына (*дивергенциягә*) һәм ахыр чиктә *төр барлыкка килүгә* китерә.

Логик яктан караганда бик яхшы һәм күп санлы дәлилләр белән ныгытылган бу постулатларда эволюциянең хәзерге теориясе барлыкка килә.

Дарвинның төп казанышы шунда: ул тереклек ияләренең күптөрлелеген дә һәм аларның гаҗәеп максатка ярашлылыгын, яшәү шартларына җайлашканлыгын да аңлаткан эволюция механизмын гамәлгә кертә. Бу механизм — *очраклы гына килеп чыккан юнәлешсез нәселдәнлек үзгәрешләренең эзлекле табигый сайланышы*; анда танып беленмәгән яки танып беленә алмаган факторлар турында бернинди фараз итүләр булмый.

Эволюциянең синтетик теориясе барлыкка килү. Үзгәрешләрнең нәселдән күчү проблемасы Дарвин теориясенең язмышы өчен иң мөһиме була. Дарвин чорында кушылган нәселдәнлек турындагы күзаллаулар өстенлек итә. Нәселдәнлек борынгы формаларның «каннары» кушылу белән аңлатылган. Ата-ананың «каннары» кушылып, арадаш билгеләре булган токым биргән. Эдинбург математигы Ф. Дженкин, нәкъ менә шушы караштан чыгып, Дарвин теориясенә каршы чыккан. Аның уйлавынча, уңайлы тайпылуларның булуы мөмкин түгел, чөнки кушылганда алар эри, сыегая, игътибар итмәслек азая һәм, ниһаять, бөтенләй юкка чыга. Үз теориясенә каршы чордашлары тарафыннан әйтелгән фикерләрнең күпчелегенә җавап табып килгән Дарвинны бу каршылык аптыраштa калдыра.

Мондый хәлдән чыгу юлын Грегор Мендель (1822—1884) иҗат иткән корпускуляр, дискрет нәселдәнлек теориясе күрсәтә. Нәселдәнлек ул — дискрет (өзек-өзек, эзлекле булмаган). Һәр ата-ана үзеннән туганнарга бер үк санда геннарын бирә. Геннар башка геннарның чагылышын басарга яки модификацияләргә мөмкин, ләкин аларда язылган информацияне үзгәртергә сәләтле түгел. Башкача әйткәндә, геннар башка геннар белән кушылганда үзгәрмиләр һәм, алдагы буыннан кинди формада алынган булсалар, икенче буынга да шул формада биреләләр (27 нче параграфны — гаметалар сафлыгы принцибын карагыз). Өстенлек итү тулы булмаган очракта, без чынлап та беренче буын нәселдә ата-ана билгеләренең арадаш чагылышын күзәтәбез. Ләкин икенче һәм аннан соңгы буыннарда ата-ана билгеләре кабат үзгәрешсез беленергә мөмкин.

XX гасырның 20 нче елларында дарвинизм һәм генетиканың синтезы күзәтелә. Бу синтезны тормышка ашыруда ватаныбызның атаклы генетигы С.С. Четвериков хәлиткеч роль уйный. Табигый популяцияләрнең генофондын анализлап, ул индивидуаль үзгәрүчәнлекнең тупланУы һәм саклануы механизмнарына төшенә. Алга таба эволюция процессын популяцион-генетик тикшеренүләрнең бу линиясе шул эздән баручы Н. В. Тимофеев-Ресовский һәм Ф. Г. Добржанский хезмәтләрендә дәвам иттерелә. С.С. Четвериков белән бер үк вакытта корпускуляр генетика идеяләренең классик дарвинизм белән синтезына Р. Фишер, Дж. Холдейн һәм С. Райт та килә. Эволюциянең хәзерге синтетик теориясен формалаштыруга систематиклар Э. Майр һәм Дж. Хаксли зур өлеш кертәләр. Табигый сайланыш теориясе ватаныбызның атаклы галиме И. И. Шмальгаузен хезмәтләрендә үстерелә. Дарвин хезмәтләренә салынган экология, биогеография, филогенетик систематика һәм этология (хайваннарның үз-үзләрен тотышы турындагы фән) мөстәкыйль фәннәр булып үсеп китәләр һәм үз чиратында эволюциянең

юллары, механизмнары һәм закончалыклары турында хәзерге күзаллауларны формалаштыруга гаять мөһим өлеш кертәләр.

- 1. Төрләрнең үзгәрүчәнлеге фикеренә Дарвин нинди күзәтүләр аша килә?
- 2. Дарвин теориясенең асылы нидән гыйбарәт? Ул Ламарк теориясенә нәрсәсе белән охшаш һәм аннан нәрсә белән аерыла?
- 3. Эволюция механизмнарына төшенү өчен, Мендель законнарының әһәмияте нәрсәдә?

§ 43. Эволюциянең дәлилләре

Хәзерге фән эволюция процессының булуын дәлилләүче фактларга бик бай. Бу — биохимия, генетика, эмбриология, анатомия, систематика, биогеография, палеонтология һәм башка күп дисциплина мәгълүматлары.

Органик дөньяның барлыкка килүендәге бердәмлекне күрсәтүче дәлилләр. Барлык организмнар — вирусмы ул, бактерия, үсемлек, хайван яки гөмбәме — химик составы ягыннан гаҗәеп охшашлар. Аларның барысында да тереклек күренешләрендә төп рольне аксымнар һәм нуклеин кислоталары уйный. Бу органик матдәләр һәрвакыт бер принципта һәм охшаш компонентлардан төзелгән. Шуны ассызыклап әйтергә кирәк: югары дәрәҗәдәге охшашлык биологик молекулалар төзелешендә генә түгел, бәлки аларның функциясендә дә күзәтелә. Генетик код, аксымнарның һәм нуклеин кислоталарының биосинтезы принциплары (14—16 нчы параграфларны карагыз) барлык тереклек өчен бер. Организмнарның бик күбесендә энергетик аккумулятор-молекулалар сыйфатында АТФ файдаланыла, шикәр таркалу механизмы һәм күзәнәкнең төп энергетик циклы бертөрле.

Күпчелек организмнар күзәнәкчел төзелешле. Күзәнәк ул — тереклекнең төп «кирпече». Аның төзелеше һәм функциясе төрле организмнарда бик охшаш. Күзәнәкләрнең бүленүе — митоз, ә җенес күзәнәкләрендә мейоз барлык эукариотларда, нигездә, бертөрле уза.

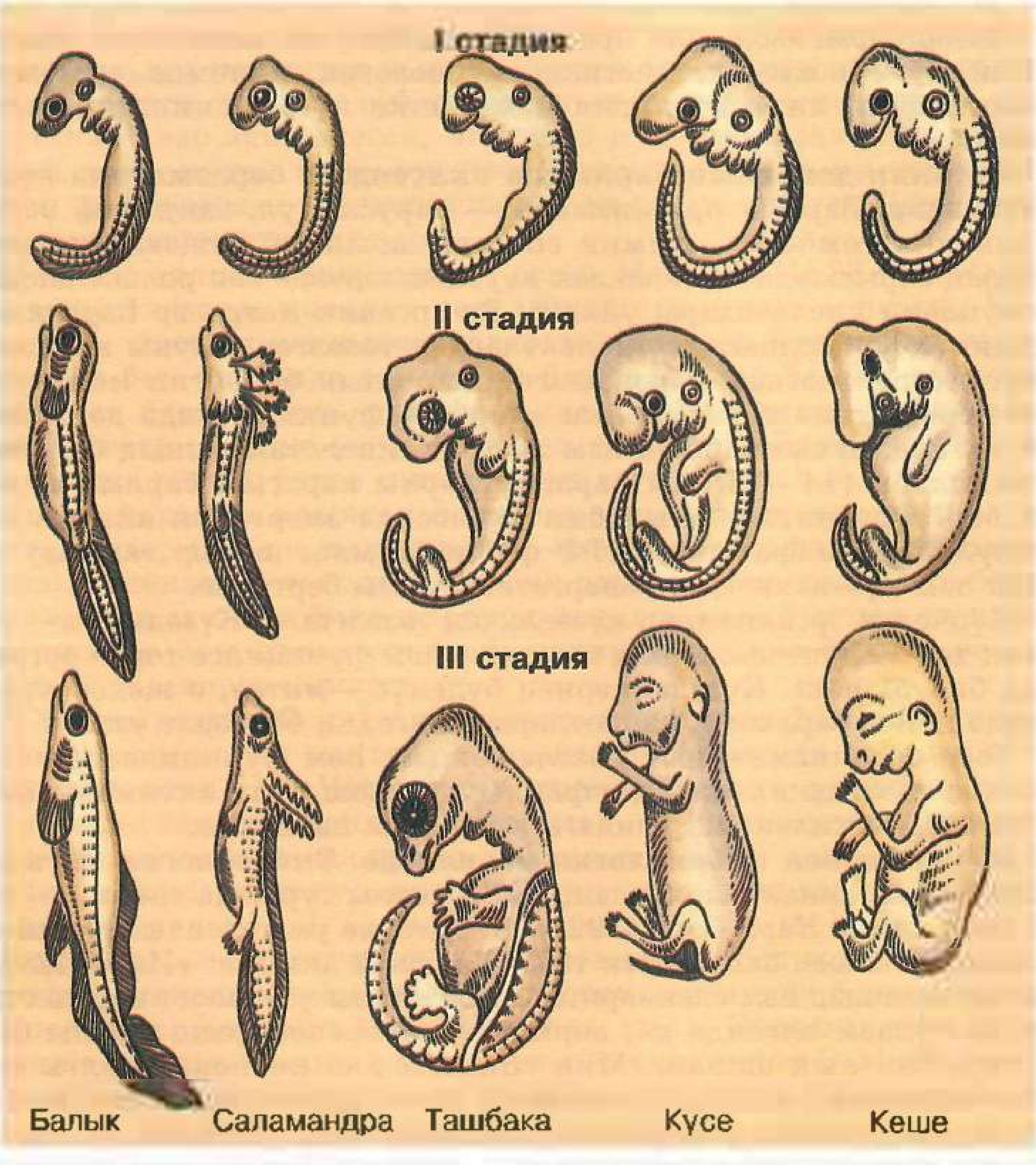
Тере организмнарның төзелешендәге һәм функциясендәге шундый гаҗәеп охшашлыкның очраклы күренеш булу ихтималы бик аз. Ул — аларның килеп чыгуындагы уртаклык нәтиҗәсе.

Эволюциянең эмбриологик дәлилләре. Эмбриология мәгълүматлары органик дөньяның эволюцион чыгышы турында сөйли.

Рус галиме Карл Бэр (1792—1876) төрле умырткалыларның яралгыларында гаҗәеп охшашлык таба. Ул болай дип яза: «Имезүчеләрнең, кошлар, кәлтәләр һәм еланнарның яралгылары үсешнең иң иртә стадияләрендә тулаем алганда да, аерым өлешләренең үсеш ысулы буенча да үзара бик нык охшаш. Мин спиртка ике кечкенә яралгы салып куйган идем, тик аларны билгеләргә онытканмын һәм хәзер һич кенә дә боларның кайсы класска кергәннәрен әйтә алмыйм. Бәлки бу — кәлтәдер, бәлки — нәни кошчыктыр, ә бәлки — бик кечкенә имезүчедер, бу хайваннарның баш һәм гәүдә төзелешендә аерып булмаслык охшашлык. Ләкин яралгыларның әлегә очлыклары юк. Хәер, үсешнең иң

иртә стадияләрендә алар булсалар да, без берни белә алмас идек, чөнки кәлтәнең һәм имезүчеләрнең аяклары, кошларның канатлары һәм аяклары, шулай ук кешенең куллары һәм аяклары бер үк төп формадан үсеш ала».

Үсешнең соңгырак стадияләрендә эмбрионнар арасында аерымлыклар арта, класс, отряд, семьялык билгеләре барлыкка килә (52 нче рәсем). Ч. Дарвин, эре таксоннарның төрле вәкилләре онтогенезының иртә стадияләрендәге охшашлык аларның борынгы уртак бабадан эволюция юлы белән килеп чыгуын дәлилли, дип аңлата. Үсеш генетикасы өлкәсендәге хәзерге ачышлар Дарвин гипотезасын раслый. Мәсәлән, барлык умырткалылар онтогенезының иң иртә стадияләрендәге иң



52 нче рәсем. Умырткалыларда эмбриональ үсешнең башлангыч стадиясендәге охшашлык

53 нче рәсем. Дрозофилада һәм тычканда нерв системасының үсешен контрольдә тотучы геннарның активлык районнарын чагыштыру

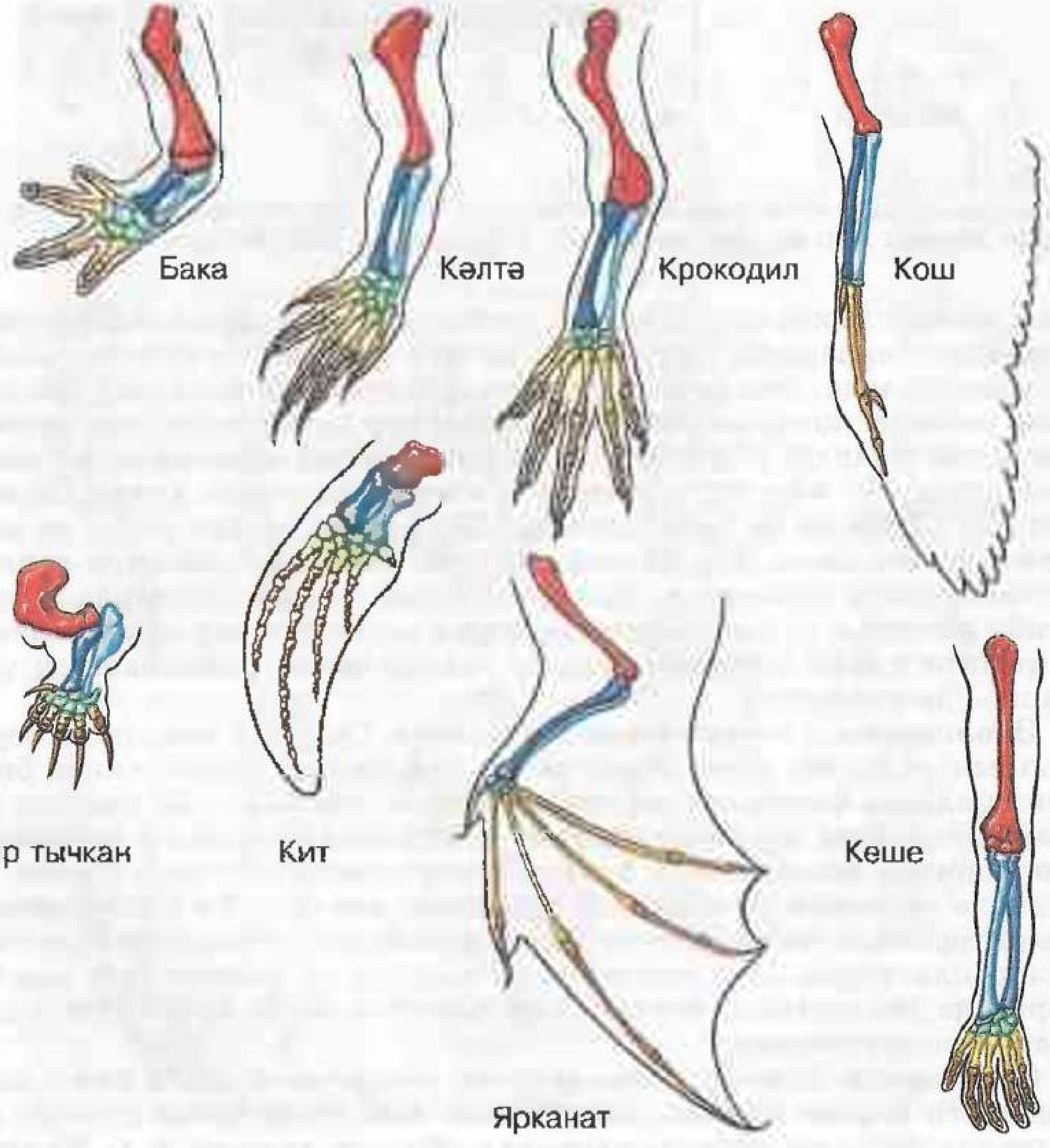
мөһим процессларны бер үк геннар контрольдә тота. Алай гына да түгел, бу көйләгеч-геннарның (регулятор-геннар) күпчелеге умырткасызларда да (суалчаннарда, моллюскларда һәм буынтыгаяклыларда) табылды. 53 нче рәсемдә, җимеш чебене дрозофила һәм тычканның нерв системасы формалашканда, *Hox* семьялыгы геннарының активлык районнары күрсәтелгән. Бу ике төргә караган хайванның соңгы уртак борынгы бабалары 500 млн ел элек яшәгән. Шулкадәр вакыт узуга да карамастан, тычканның һәм дрозофиланың, нигездә, көйләгеч-геннары сакланып кына калмаган, бәлки аларның хромосомаларда урнашу тәртибе дә, үсеш чорында (онтогенезда) эшли башлау эзлеклелеге дә һәм үсештәге нерв системасында бу геннар актив районнарның үзара урнашуы да сакланган.

Эволюциянең морфологик дәлилләре. Органик дөньяның бердәм чыгышын дәлилләү өчен, берничә зур систематик берәмлекнең билгеләрен туплаган формалар аеруча әһәмияткә ия. Шундый арадаш формаларның булуы элекке геологик дәверләрдә берничә систематик группаларның башлангычы булган организмнар яшәвен күрсәтә. Бер күзәнәкле организм эвглена — моның ачык мисалы. Ул бер үк вакытта үсемлекләргә хас билгеләрне дә (углекислый газны үзләштерергә сәләтле хлоропластлары бар) һәм иң гади төзелешле хайваннарга хас билгеләрне дә (камчылар, яктылыкка сизгер күзчек һәм хәтта авызга охшаш тишем) туплаган.

Заманында Ламарк хайваннарны умырткалыларга һәм умырткасызларга аерган булган. Ләкин озак вакытлар буена аларны берләштерүче буынны таба алмаганнар. Бу рус галиме А. О. Ковалевский тикшеренүләреннән соң гына мөмкин була: ул хайваннарның бу группалары арасында бәйләнеш таба. Беренче карашка типик

умырткасыз хайван — утрак асцидиянең ирекле йөзеп йөрүче личинкадан үсүен дәлилләп күрсәтә. Утрак асцидия — хордалы һәм ул чакта умырткалылар рәтенә кертелгән ланцетникка охшаш. Шундый тикшеренүләргә нигезләнеп, хайваннарның барлык группаларын, асцидияләрне дә кертеп, умырткалыларга берләштерәләр һәм бу типка *хордалылар* дип исем бирәләр.

Хайваннарның төрле класслары арасындагы бәйләнеш аларның уртак чыгышын шулай ук яхшы дәлилли. Йомырка салучылар (мәсәлән, ехидна һәм үрдәкборын) төзелешендәге байтак үзенчәлекләр аларның рептилияләр белән имезүчеләр арасында торган организмнар булуын күрсәтә.



54 нче рәсем. Умырткалыларның алгы очлыклары гомологиясе

Кайбер умырткалыларның алгы очлык скелетларын (54 нче рәсем), мәсәлән китның, дельфинның ишкәк аякларын, сукыр тычканның аякларын, ярканатның канатларын, крокодилның аякларын, кошларның канатларын, кешенең кулларын чагыштыру, аларның төрле функция башкаруларына карамастан, төзелешләре охшаш булуын күрсәтә. Очлыклар скелетында кайбер сөякләр булмаска, икенчеләре үсәргә, өченчеләре төрле зурлыкта булырга мөмкин, ләкин аларның уртак чыгышка нигезләнгән *гомологиясе*, ягъни охшашлыгы аермачык. Бертөрле эмбриональ яралгыдан охшаш үсеш алган органнар *гомологик органнар* дип атала.

Олы хайваннарда кайбер органнар яки аларның өлешләре эш башкармый һәм организм өчен аларның кирәге калмый — болар *рудиментар органнар*, яки *рудиментлар* дип атала. Рудиментларның булуы, гомологик органнар кебек үк, тереклекнең бердәм чыгышын күрсәтә. Рудиментар күзләр җир астында яшәүче бөтенләй сукыр хайваннарда очрый. Китның тән эченә яшеренгән арткы очлыклары — аның борынгы бабалары коры җирдә яшәгәнен күрсәтүче рудимент. Кешедә дә рудиментар органнар бар: колак яфракларын хәрәкәтләндерүче мускуллар, күзнең өченче кабагы рудименты, яки күз сирпү ярысы һ. б.

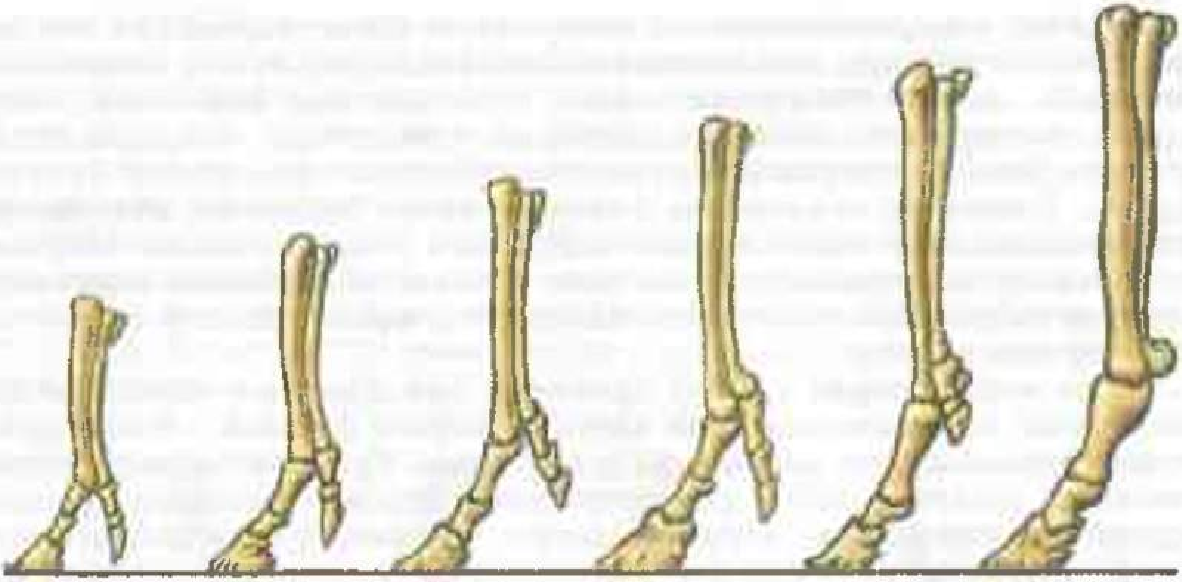
Эволюциянең палеонтологик[1] дәлилләре. Үсеш, әйтик, хордалыларның этаплап бара. Башта түбән төзелешле хордалылар, аннан соң вакытка бәйле рәвештә балыклар, амфибияләр, рептилияләр барлыкка килә. Рептилияләр үз чиратында имезүчеләргә һәм кошларга башлангыч бирә. Рептилияләр киң таралган вакытта, имезүчеләрнең төрләр саны күп булмый. Соңга табарак имезүчеләр һәм кошларның төрләре сан ягыннан бик арта, ә рептилияләрнең күп төрләре бетә. Шул рәвешле, палеонтологик мәгълүматлар билгеле бер дәвер эчендә хайван һәм үсемлек формалары алмашынуын күрсәтә.

Аерым очракларда палеонтология эволюцион үзгәрешләрнең сәбәпләрен дә күрсәтә. Бу уңайдан ат эволюциясе кызыклы. Хәзерге атлар 60—70 млн еллар элек урманнарда яшәгәннәр һәм очлыклары биш бармаклы булган, төрле азык белән тукланучы борынгы бабаларыннан килеп чыкканнар. Алар бик кечкенә булганнар. Җирдә климат үзгәрү урманнар кимүгә, ә далаларның артуына китерә һәм хәзерге атларның бабалары яңа яшәү тирәлегенә — далаларга җайлашырга мәҗбүр булалар. Ерткычлардан саклану өчен һәм яхшы көтүлекләр эзләп еракларга чабып йөрү очлыкларның үзгәрүенә — бармакларының саны бергә кадәр кимүгә китерә (55 нче рәсем). Очлыклар үзгәрү белән бергә, организм да үзгәрә: гәүдәсе зурая, баш формасы үзгәрә, теш төзелеше катлаулана, үлән ашап тукланучы имезүчеләргә хас ашкайнату тракты һәм башка бик күп үзгәрешләр барлыкка килә.

Тышкы тирәлек шартлары үзгәрү нәтиҗәсендә, табигый сайланыш йогынтысында, акрынлап төрле азык белән тукланучы биш бармаклы вак хайваннар үлән белән тукланучы эре хайваннарга әвереләләр. Бик бай палеонтологик материал — безнең планетада 3 млрд ел дәвам итүче эволюцион процессның ышандыргыч дәлилләреннән берсе.

---

[1] *Палеонтология* — казылма хайваннар һәм үсемлекләр турындагы фән.



55 нче рәсем. Атның алгы очлыгы төзелешенең тарихи үзгәрү рәте

Эволюциянең биогеографик дәлилләре. Планетабызда хайваннарның һәм үсемлекләрнең таралуы булып узган һәм хәзер дә дәвам иткән эволюцион үзгәрешләрнең ачык дәлиле булып тора. Бөек географик ачышлар замнында ук сәяхәтчеләрне һәм натуралистларны ерак илләрдә хайваннарның күптөрлелеге, аларның таралу үзенчәлекләре гаҗәпләндерә. Ләкин барлык мәгълүматларны бары тик А. Уоллес кына тәртипкә китерә, һәм ул алты биогеографик өлкәне аерып күрсәтә (56 нчы рәсем): 1) Палеоарктик, 2) Неоарктик (Палеоарктик һәм Неоарктик зоналарны еш кына Голарктик өлкәгә берләштерәләр), 3) Һинд-Малайя, 4) Эфиопия, 5) Неотропик, 6) Австралия өлкәләре.

Төрле зоналарның хайваннар һәм үсемлекләр дөньясын чагыштыру, эволюция процессын дәлилләү өчен, бик бай фәнни материал бирә. Мәсәлән, Палеоарктик (Евроазия) һәм Неоарктик (Төньяк Америка) өлкәләрнең фауна һәм флорасының, охшаш яклары күп. Бу элек шушы өлкәләрнең коры җир күпере — Беринг муены аша тоташкан булуы белән аңлатыла. Неоарктик һәм Неотропик өлкәләр хәзерге вакытта Панама муены аша тоташкан булсалар да, аларның уртак билгеләре киресенчә аз. Бу берничә дистә миллион еллар буена Көньяк Американың аерым булуы белән аңлатыла. Панама муены барлыкка килгәннән соң, Көньяк Америка төрләренең бик азы гына (дикобраз, броненосец, опоссум) төньякка үтеп чыга ала. Төньяк Америка төрләре Көньяк Американы күбрәк үзләштерергә өлгерәләр. Ламалар, болан, төлке, кама, аюлар Көньяк Америкага үтәләр, ләкин андагы кабатланмас төр составына сизелерлек үзгәреш кертә алмыйлар.

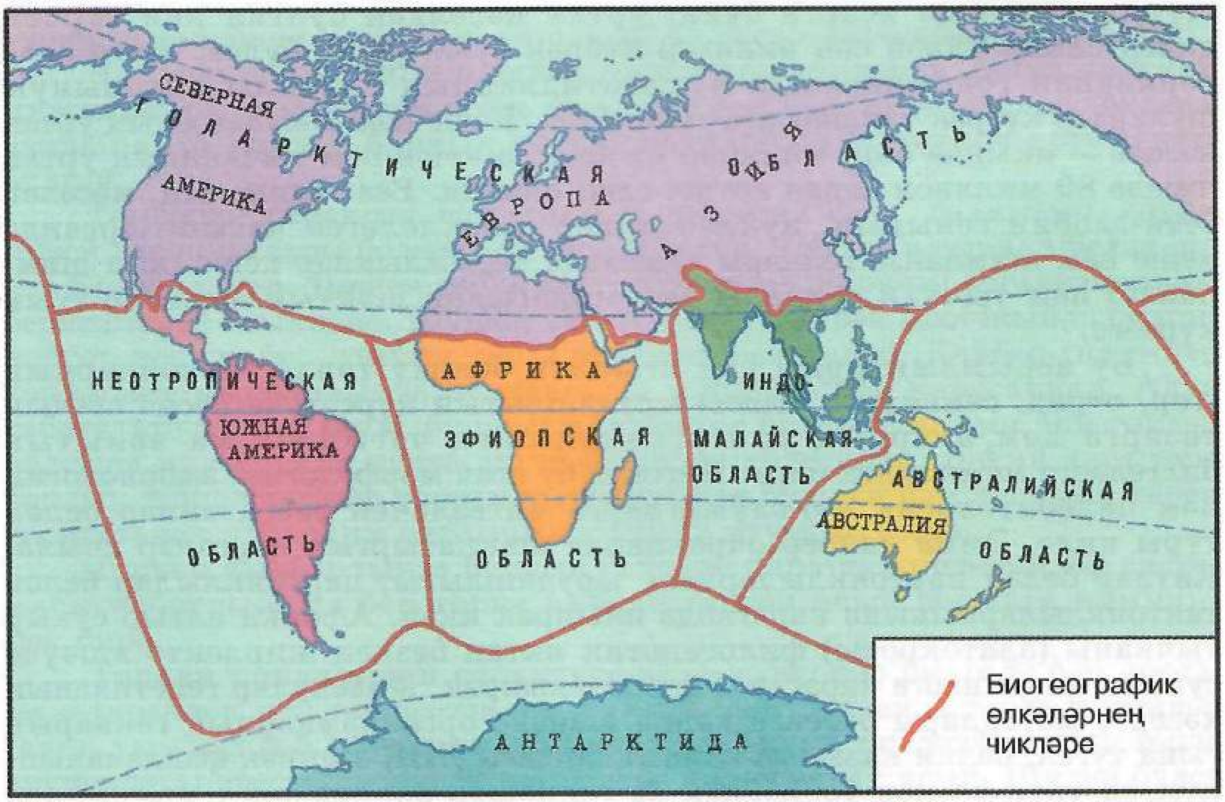
Австралиянең Көньяк Азиядән аерылуы югары төзелешле имезүчеләр барлыкка килгәнчегә кадәр булганлыгы билгеле. Шуңа күрә Австралия өлкәсенең хайваннар дөньясы да үзенә бертөрле һәм кызыклы.

Шулай итеп, хайваннар һәм үсемлекләр төрләренең планета буйлап таралуы һәм биогеографик зоналарга бүленүе Җирнең тарихи үсеше процессын һәм тереклек эволюциясен чагылдыра.

Утраулар фаунасы һәм флорасы. Эволюция процессын аңлау өчен, утраулар фаунасы һәм флорасын белү әһәмиятле. Аларның фауна һәм флора составы тулысынча утрауларның килеп чыгу тарихына бәйле. Утраулар чыгышлары белән я материктан аерылган, яисә океан уртасында вулкан тәэсирендә һәм мәрҗән полипларыннан ясалган булырга мөмкин.

Материк утрауларының фауна һәм флорасы составы буенча материкныкына якын. Әмма утрау борынгырак булган саен, аның материктан аерылып яшәү дәвере дә озаграк була һәм шул сәбәпле хайваннар һәм үсемлекләр дөньясы материкныкыннан күбрәк аерыла. Британия утраулары Европадан күптән түгел аерылган, һәм аның фаунасы Европаныкы белән охшаш. Күптән аерылган утрауларда төрләрнең дә аерылу процессы тирәнәя бара. Мәсәлән, Мадагаскарда Африкада яши торган тояклы эре хайваннар: үгез, антилопа, мөгезборын, зебра юк. Шулай ук эре ерткычлар (арыслан, леопард, гиена), югары төзелешле маймыллар да (павиан, мартышка) яшәми. Әмма башка бер җирдә дә очрамый торган түбән төзелешле приматлар — лемурлар күп.

Океан утрауларына килгәндә, аларда — бөтенләй башка күренеш. Алар төр составына бик ярлы. Андый утрауларның күпчелегендә коры



56 нчы рәсем. Биогеографик зоналар картасы

җир имезүчеләре һәм амфибияләр юк, чөнки алар киң суларны кичеп чыга алмыйлар. Океан утрауларының бөтен фаунасы — аларга кайбер төрләрнең, гадәттә, кошларның, рептилия һәм бөҗәкләрнең очраклы гына килеп эләгү нәтиҗәсе. Океан утрауларына эләккән андый төрләр күпләп үрчү мөмкинлеген алалар. Мәсәлән, Галапагос утрауларындагы кошларның 108 төренең 82 се эндемик (ягъни башка бер җирдә дә очрамыйлар) һәм 8 төр рептилиянең барысы да бу утрауларга гына хас. Гавай утраулары әкәм-төкәмнәрнең төрле төрләренә гаять бай, аларның 300 эндемик төре бер ыругка керә.

Биогеографик фактларның гаять төрлелеге һәм күп санлы булуы планетабызда тереклек ияләренең таралу үзенчәлекләре Җир кабыгының үзгәреп торуына һәм төрләрнең эволюцион үзгәрешләр кичерүенә тыгыз бәйләнгәнлеген күрсәтә.

Эволюциянең молекуляр дәрәҗәдәге дәлилләре. Хәзерге вакытта кеше геномының (барлык геннар җыелмасының) һәм байтак хайваннарның, үсемлекләр һәм микроорганизмнар геномының шифрын уку гамәлдә тулысынча тәмамланды. Тере организмнарның күп санлы төрләренең ДНКдагы нуклеотидларның тулы эзлеклелеге билгеле. Бу эзлеклелекләрне чагыштыру Җир йөзендә тереклек шәҗәрәсен төзүгә яңа ачкыч бирә.

Күп кенә мутацияләр кайбер нуклеотидларның икенчеләренә алмашынуыннан була. Мутацияләр, кагыйдә буларак, ДНК репликациясе вакытында (14 нче параграфны карагыз) килеп чыга. Моннан шундый нәтиҗә ясарга була: уртак нәселдән булган ике төрнең дивергенциясеннән соң никадәр күбрәк буын узган булса, әлеге бала төрләрнең геномнарында нуклеотидларның очраклы алмашынуы шулкадәр күбрәк тупланырга тиеш була. Кеше һәм шимпанзеның уртак нәселе — якынча биш миллион ел элек, ә кеше һәм тычканның уртак нәселе 80 миллион елдан артык элек яшәгән. Без геннарның, мәсәлән бета-глобин генының, нуклеотидлар эзлеклелеген чагыштырганда кеше һәм шимпанзе геннары арасында аерымлыклар кеше (яки шимпанзе) һәм тычкан геннары арасындагыдан шактый азрак булуын күрәбез.

Бу аерымлыкларны сан ягыннан бәяләү төрле таксоннарның (төр, отряд, семьялык, класс) ырудашлыгын күрсәтүче нәсел агачын төзергә һәм аларның дивергенциясенең чагыштырма вакытын билгеләргә мөмкинлек бирә. Нигездә, бу агач морфологик, эмбриологик һәм палеонтологик мәгълүматларга нигезләнеп төзелгәннәр белән туры килә. Әмма кайбер очракларда шаккатыргыч нәрсәләр ачыла. Китлар белән партояклыларның ырудашлыгы, партояклылар белән тактояклыларныкына караганда якынрак икән. Африка ялтыр сукыр тычканы (златокроты) филогенетик яктан безнең җирлектә яшәүче сукыр тычканнарга караганда филгә якынрак. Молекуляр генетиканың хәзерге методлары бүгенге көндә яшәүче организмнарның геннарын гына түгел, бәлки казылма калдыклардагы ДНК эзеннән файдаланып, күптән үлеп беткән төрләрнең дә геннарын анализларга мөмкинлек бирә. Бу — Җир йөзендәге тереклек эволюциясенең эзенә төшәргә булыша.

1. Түбәндәге фактлар нәрсәне дәлилли: Җир йөзендә яшәүче барлык организмнарда молекуляр процессларның охшашлыгы; арадаш формаларның һәм рудиментар органнарның булуы? Җавабыгызны дәлилләп аңлатыгыз.
2. Төньяк Америка белән Евразиянең хайваннар һәм үсемлекләр дөньясы охшаш, ә Төньяк һәм Көньяк Американың флора һәм фаунасы нык аерыла. Сез бу фактларны ничек аңлатырсыз?
3. Утрауларда, гадәттә, эндемик (Җир йөзенең башка бер җирендә дә очрамый торган) төрләр шактый еш очрый. Бу нәрсә белән аңлатыла?
4. Казылма хайван — археоптерикс — кошлар һәм сөйрәлүчеләр билгеләрен берләштергән. Бу фактка фәнни яктан бәя бирегез.

§44. Төр. Төрнең критерийлары. Популяция

Ч. Дарвинның органик дөнья эволюциясе турындагы күзаллауларында үзәк урынны *төр* төшенчәсе алып тора. Төр морфологик билгеләре буенча охшаш организмнарны берләштерә. Бу бер группа организмнарны икенче группалардан аерырга мөмкинлек бирә. Төрне шулай аңлау организмнарның тасвирланган гаять күптөрле формаларын классификацияләргә ярдәм итте һәм биология фәненең үсешенә уңай йогынты ясады. XVII гасыр азагына таба хайваннар һәм үсемлекләр формаларының күптөрлелеге турындагы мәгълүматларның туплануы төрләргә затларның чынбарлыктагы группалары итеп карауга китерде. Төрләр турында төп эшне К. Линней башкара, ул *систематикага* нигез сала.

Ч. Дарвинга кадәр күпчелек биологлар төрләрне Тәңре яраткан мизгелдән башлап үзгәрмәүчән дип исәпләгәннәр. Бу «үзгәрмәүчәнлек» эволюциягә каршы барлык тәгълиматларның хәлиткеч аргументы булган.

Төрләрне тирәнрәк һәм киңрәк өйрәнгән саен, галимнәр, сирәк музей экспонатлары белән генә чикләнмичә, күбрәк материал белән эш итә башлаганнар. Төрнең төрле билгеләре нык үзгәрүчән организмнарны берләштерүе ачыклана. Шуның нәтиҗәсендә элегрәк мөстәкыйль булган кайбер төрләр бер гомуми төргә берләштерелгәннәр. Кайбер галимнәр төрләрнең чынбарлыкта булуларына шикләнеп тә караганнар. Алар табигатьтә төрләр реаль биологик берәмлек буларак яшәми һәм төрләр арасына чик ирекле куела дигән фикерне әйткәннәр. Ләкин алга таба барлык тикшеренүләр төрнең чынбарлыкта булуын һәм аларның терек табигатьнең иң мөһим баскычын тәшкил итүен күрсәтә.

Төрнең чынбарлыкта булуын беренче чиратта критерийлар системасы исбатлый, ул бер төрне икенче төрдән ачык аерырга мөмкинлек бирә.

Төрнең популяцион структурасы. Һәрбер төр билгеле бер *ареалда* — тереклек итү территориясендә яши. Ареал эчендә төрле киртәләр (елга, тау, чүл һ.б.) булырга мөмкин, алар бер үк төр затларының төрле группалары арасында җенси кушылуга комачаулык ясый. Шулай булса да андагы затлар абсолют аерымланган һәм геннар белән алмашмыйлар

дигән сүз түгел. Бары тик шушы группа вәкилләренең генә кушылу мөмкинлеге чикләнгән була. *Бер үк төр затларының чагыштырмача аерымланган мондый группаларын популяцияләр* дип атыйлар.

Шулай итеп, төр популяцияләрдән тора. Һәр популяция аерым территорияне (төр ареалының бер өлешен) били. Күп буыннар дәвамында һәм озак вакытлар буена популяциядә затларның шул тирәлек шартларына яхшы җайлашуын тәэмин итәрлек аллельләр туплана. Шартлар төрле булу аркасында, табигый сайланышка геннарның (аллельләрнең) төрле комплекслары дучар ителгәнлектән, бер үк төр популяцияләре бер-берсеннән теге яки бу аллельләрнең очрау ешлыгы белән аерыла. Шул сәбәпле бер төрнең төрле популяцияләрендә бер үк билге төрле чагылыш таба. Мәсәлән, имезүчеләрнең төньяктагы популяцияләре — куерак йонлы, ә көньяктагыларның караңгы төстә була.

Ареал зоналарында бер үк төрнең төрле популяцияләре чикләрендә янәшә торган популяцияләр затлары да, гибридлар да очрый (57 нче рәсем). Шулай итеп, популяцияләр арасында геннар алмашы бара, һәм төрнең генетик бердәмлеген тәэмин итүче бәйләнешләр урнаша. Популяцияләр арасында геннар алмашу организмнарның нык үзгәрүчәнлегенә китерә, бу исә төрнең тирәлек шартларына тулаем яхшырак җайлашуын тәэмин итә.

Әгәр популяцияләрнең изоляциясе көчәю нәтиҗәсендә, геннар алмашы тулысынча тукталса, популяцияләрдә барган сайланышның төрле юнәлешләре билгеләрнең нык аерылуына китерергә мөмкин. Шулай итеп, *репродуктив изоляция* барлыкка килә. Бу *җенси кушылу һәм үрчемле нәсел калдыру мөмкинлеге булмауны* аңлата. Андый очракта яңа төр барлыкка килергә мөмкин.

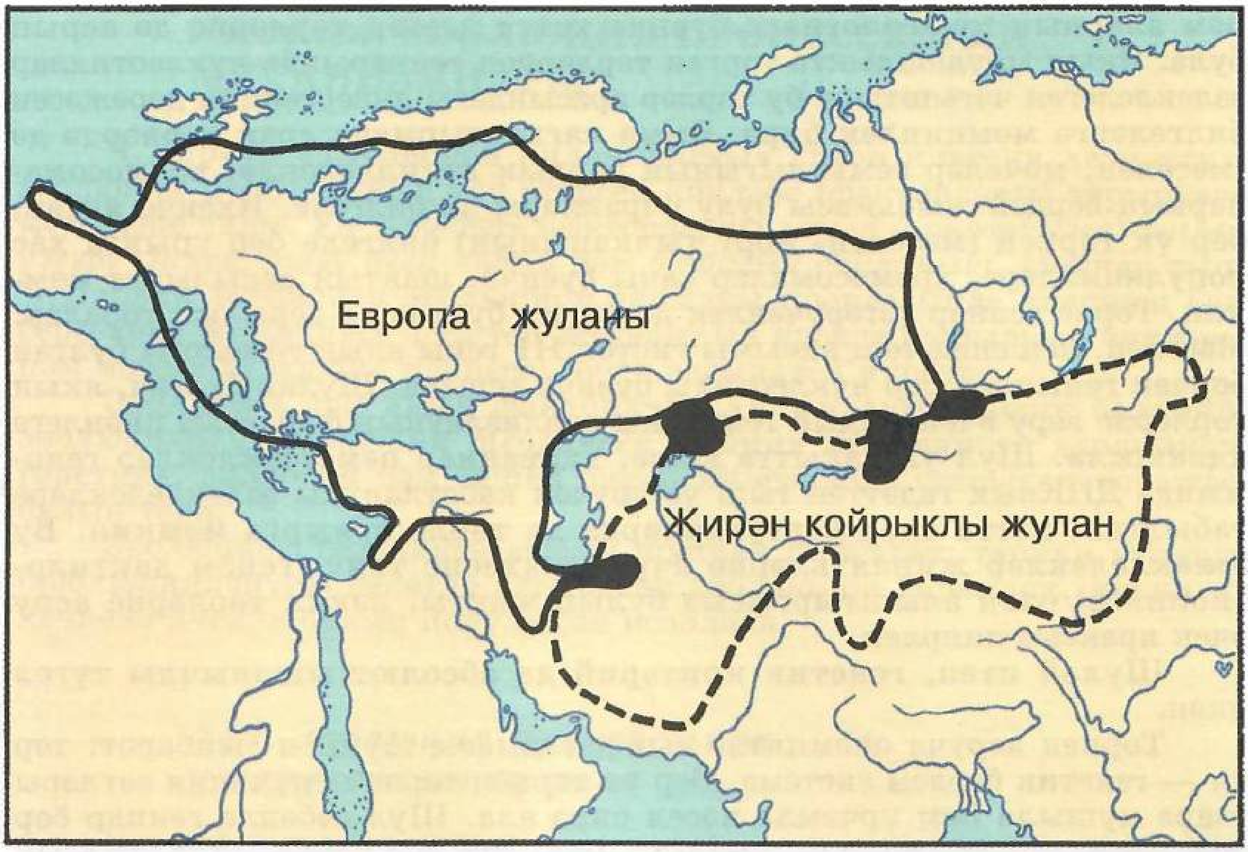
Аерымланган популяция кайчак төрле сәбәпләр (су басу, янгын, авыру таралу) һәм аз санлы булу аркасында тулысынча үлеп бетәргә мөмкин.

Кайбер очракларда геологик катаклизмнар яки башка вакыйгалар нәтиҗәсендә популяцияләр арасындагы киртәләр җимерелергә мөмкин. Бу элек аерымланган популяцияләрнең бергә кушылуына китерә.

Шулай итеп, һәр популяция шул ук төрнең башка популяцияләреннән бәйсез үсеш ала. Популяция — төрнең вакыт эчендә үзгәрүчән иң кечкенә бүлекчәсе. Менә ни өчен популяция *эволюциянең элементар берәмлеген* тәшкил итә. Организм үзе генә эволюцияләнә алмый, чөнки аның генотибы аталану вакытында ук билгеләнә. Организмның эволюциягә керткән өлеше үзенең нәселенә геннар күчерүдән гыйбарәт.

Төр критерийлары. *Төр критерие* ул — бер төрне икенче төрдән аерып торучы билгеләр җыелмасы.

Төрнең *морфологик критерие* — иң әһәмиятлеләреннән берсе. Төрнең морфологик критерие дигәннән организмның тышкы билгеләре җыелмасы аңлашыла. Озак вакытлар бу критерий төп һәм бердәнбер булып килде. Аның ярдәмендә якын ырудашлыкта тормаган төрләрне җиңел аерып була. Әмма кайчак төрләр, табигатьтә нык аерымланган булуына һәм үзара кушылмауларына карамастан, тыштан аерылмый



57 нче рәсем. **Жуланның элек аерымланган популяцияләре арасындагы чиктәш зоналар**

диярлек. Болар — игезәк төрләр. Шулай булгач, морфологик критерий гына җитәрлек түгел.

Төрләр арасында *физиологик-биохимик аерымлыклар* билгеле бер дәрәҗәдә аларның дивергенциясен чагылдыра. Үсемлекләрнең кайбер төрләре алкалоидларны синтезлау һәм туплау сәләте буенча аерылып тора. Кайбер ферментларның активлыгында төрара аерымлыклар тасвирланган. Экстремаль температураларда йокыга талу сәләте кимерүчеләрнең кайбер төрләрендә бар, һәм икенчеләрендә ул бөтенләй юк. Әмма күп кенә биохимик билгеләр бик консерватив (мәсәлән, бирелгән отряд, тип яки патшалыкның барлык вәкилләрендә була), ә физиологик билгеләр, киресенчә, хәтта бер төр вәкилләренең генә дә бик үзгәрүчән, шуңа күрә болар якын ырудашлыктагы төрләрне аеру өчен ышанычлы критерийлар булып хезмәт итә алмыйлар.

Төрнең *экологик-географик критерие* аның тереклек итү ареалын билгели. Һәрбер төр билгеле бер географик зонаны били. Бу критерийны универсаль дип исәпләргә ярамый. Табигатьтә катнаш ареаллы күп кенә якын төрләр очрый.

Хромосомаларны һәм аерым геннарны анализлау методларының үсеше төрләрне өйрәнү практикасына *генетик критерийны* кертергә мөмкинлек бирде. Һәр төр үзенә хас хромосомалар җыелмасына һәм ДНКда нуклеотидлар составына ия. Җыелмадагы хромосомалар саны

һәм аларның морфологиясе буенча хәтта игезәк төрләрне дә аерып була. Якын ырудашлыкта торган төрләрнең геннарында нуклеотидлар эзлеклелеген чагыштыру бу төрләр арасындагы дивергенция дәрәҗәсен билгеләргә мөмкинлек бирә. Әмма чагыштырмача ерак төрләрдә дә (мәсәлән, мәчеләр семьялыгының барлык вәкилләрендә) хромосомаларның бердәй җыелмасы булу очраклары да билгеле. Икенче яктан, бер үк төрнең (мәсәлән, йорт тычканының) билгеле бер урынга хас популяцияләре, хромосомалар саны буенча, шактый аерылырга мөмкин. Төрле геннар үзгәрүчәнлек дәрәҗәсе буенча да аерылып торалар. Мәсәлән, кешенең төш аксымы гистон H1 гены аның гомологы булган борчак генынннан бер нуклеотиды буенча аерыла. Шулай булгач, якын төрләрне аеру өчен, андый геннарны анализлауның файдасыз икәнлеге аңлашыла. Шул ук вакытта кеше, хайваннар һәм үсемлекләр геномында ДНКның гадәттән тыш үзгәрүчән кабатланулы эзлеклелекләре табылган, хәтта алар бертуганнарда да төрле булырга мөмкин. Бу эзлеклелекләр җинаятьләрне ачуда шәхесне тану (геном дактилоскопиясе) өчен алыштыргысыз булып чыкты, ләкин төрләрне аеру өчен яраксыз диярлек.

Шулай итеп, генетик критерий да абсолют ышанычлы түгел икән.

Төрнең аеруча әһәмиятле сыйфатламасы шуннан гыйбарәт: төр ул — генетик бердәм система. Бер үк төрнең төрле популяция затлары үзара кушыла һәм үрчемле нәсел бирә ала. Шул сәбәпле геннар бер популяциядән икенче популяциягә тарала һәм яңа комбинацияләр ясый алалар. Ләкин алар бер төрдән икенче төргә күчә алмыйлар, төрләр бер-берсеннән үзенчәлекле киртәләр белән аерымланган булалар. Сирәк кенә очракларда «законсыз» кушылулар булганда, күп санлы изоляция механизмнары эшкә җигелә, һәм алар гаметаны, зиготаны, эмбрионны һәм үрчемне һәлакәткә яки зәгыйфьләнүгә китерә.

Шулай итеп, бу критерийларның берсе дә үзе генә төрне билгеләү өчен нигез була алмый; алар фәкать барысы бергә генә тере организмның төрен ачыкларга мөмкинлек бирә.

Әйтелгәннәрдән чыгып, төргә түбәндәге билгеләмәне бирергә мөмкин. *Төр ул — табигый шартларда үзара җенси кушыла алуга сәләтле, уртак морфофизиологик билгеләргә ия булган, башка төрләр популяцияләреннән биологик аерымланган географик һәм экологик охшаш популяцияләр җыелмасы.*

● 1. Популяция нәрсә ул? Үзегез яши торган төбәкнең хайваннары һәм үсемлекләре популяцияләренә мисаллар китерегез.
● 2. Төр дип нәрсә атала? Үзегез яшәгән төбәктә очрый торган төрләргә мисаллар китерегез.
● 3. Төрнең төп критерийларын әйтегез һәм аңлатып бирегез. Аларның чагыштырма характерын дәлилләгез.
▶ 4. Сезнең уйлавыгызча, кеше төр турындагы белемнәрен үзенең практик эшчәнлегендә ничек файдалана?

XI бүлек. ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЦЕССЫНЫҢ МЕХАНИЗМНАРЫ

Ч. Дарвин «Төрләрнең килеп чыгуы» дигән классик хезмәтендә эволюция процессының төп этәргеч көчләре (факторлары) турындагы мәсьәләне чишә. Ул түбәндәге факторларны аерып күрсәтә: *нәселдәнлек, үзгәрүчәнлек, яшәү өчен көрәш* һәм *табигый сайланыш.* Моннан тыш, Ч. Дарвин төрләрнең эволюцион аерылуы процессында аларның бер-берсеннән изоляциясе шул төр затларының ирекле кушылуын чикләвен һәм моның эволюция процессы өчен әһәмиятен күрсәтә.

Эволюция һәм аның факторлары турындагы хәзерге белемнәр *эволюциянең синтетик теориясен* тәшкил итә, һәм ул дарвинизм, генетика, экология һәм башка биология фәннәре үсешенең нәтиҗәсе булып тора.

Эволюцион теориянең асылы шуннан гыйбарәт: тарихи үзгәрүгә (эволюцияләнүгә) сәләтле элементар эволюцион берәмлек, ягъни иң кечкенә ячейка булып популяция исәпләнә.

§ 45. Эволюция процессында үзгәрүчәнлекнең роле

Бер төргә кергән хайван яки үсемлекләрнең барлык затлары бер-берсеннән азмы-күпме аерылалар. Организмнарның үзгәрүчәнлеге — эволюция процессының барышы өчен мөһим фактор.

Мутацион үзгәрүчәнлек. Мутацион үзгәрүчәнлек — нәселдәнлек үзгәрешләренең төп чыганагы. Ул гына барлык эволюцион үзгәрешләрнең беренче материалы булып исәпләнә. Геном мутацияләренең иң таралган типларыннан берсе — *полиплоидия,* ул үсемлекләр эволюциясендә мөһим урынны алып тора. Үсемлекләрнең полиплоидлы төрләре Арктик һәм Альп зоналарын били. Моны аларның уңайсыз тирәлек шартларына нык чыдам булуларына бәйле дип исәплиләр.

Хромосома мутацияләренең дә эволюциядә роле зур. Иң элек бер хромосомадагы геннарның икеләтә артуын күрсәтергә кирәк. Нәкъ менә геннарның икеләтә артуы аркасында, эволюция процессында генетик материал туплана. Тарихи үсеш барышында тереклекнең төзелеше катлаулана бару шактый дәрәҗәдә генетик материалның артуына бәйле. Моны аңлау өчен, югары төзелешле умырткалыларның күзәнәгендә ДНК микъдары бактерияләрнекенә караганда якынча 1000 тапкыр күбрәк булуын әйтү җитә. Хромосома мутацияләренең хайваннарда һәм үсемлекләрдә шактый еш очрый торган башка тибы — хромосома өземтәләренең күчүе.

Мондый мутацияләр буенча гетерозиготалы затлар еш кына аз үрчем бирә, шул ук вакытта гомозиготалылар тиешенчә үрчи. Кайбер галимнәр уйлавынча, шундый мутацияләрнең килеп чыгуы төрнең генетик бердәмлеген таркатырга һәм аның эчендә репродуктив изоляцияләнгән популяцияләр аерымлануга китерергә мөмкин.

СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ ЧЕТВЕРИКОВ (1882—1959)— ватаныбызның танылган галиме, эволюционист һәм генетик. Генетиканың һәм классик дарвинизмның хәзерге синтезы аның хезмәтләреннән башлана.

Геннар мутациясе — иң еш очрый торган тип. Эволюция процессында алар гаять әһәмиятле. Аерым геннарның мутациясе — бик сирәк күренеш. Ген мутациясе уртача 100 000 гаметаның берсендә очрый. Ләкин организмда (мәсәлән, имезүчеләрдә) геннар саны 40 000 гә якын булганлыктан, чынлыкта яңа мутация һәрбер затта була. Күпчелек мутацияләр — рецессив, доминант мутацияләр шактый сирәк килеп чыга. Доминант һәм рецессив мутацияләр популяцияләрдә төрлечә чагылыш таба. Доминант мутацияләр, хәтта алар гетерозигота хәлендә булсалар да, беренче буын затларының фенотипларында ук чагылыш таба һәм табигый сайланышка эләгә. Рецессив мутацияләр исә фенотипта фәкать гомозигота хәлендә генә чагылыш таба.

Рецессив мутация, гомозигота фенотибында чагылыш тапканга кадәр, шактый күләмдә популяциядә тупланырга тиеш. Бу фикерне иң беренче булып ватаныбызның танылган генетигы С.С. Четвериков әйткән. Ул — генетиканы эволюция теориясе белән берләштерү юлында иң мөһим беренче адымны ясаучы галим. 1926 елда С.С. Четвериков «Хәзерге генетика күзлегеннән караганда эволюция процессының кайбер моментлары» дигән хезмәтен бастырып чыгара, эволюция теориясе үсешендә яңа этап нәкъ менә шул хезмәттән башлана.

С.С. Четвериков табигый популяцияләрнең рецессив мутацияләргә бик бай булуы турында мөһим нәтиҗә ясый. Популяция, губка кебек, рецессив мутацияләрне сеңдерә, ә үзенең фенотибы бериш булып кала, ди ул. Нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең шундый яшерен резервы булу популяцияләрнең табигый сайланыш йогынтысында эволюцион үзгәрешләре өчен җирлек тудыра. И.И. Шмальгаузен күрсәткәнчә, популяцияләрнең генетик үзгәрүчәнлекне туплау сәләте үзе табигый сайланыш нәтиҗәсе булып тора.

Соңгы вакытта молекуляр генетика һәм үсеш генетикасының уңышлары аркасында эволюция процессында *структур* (аксымнарны кодка салучы) геннарның үзләрендә килеп чыгучы мутацияләр түгел, ә бу геннарның *регулятор* бүлемтекләрендә килеп чыгучы мутация-

ләрнең бик зур роль уйнавы тагын да ачыклана төшә. Алар, организмнарның формалары һәм функцияләре күптөрлелеген барлыкка китереп, структур геннарның транскрипция дәрәҗәсен, вакытын һәм аларның эшли башлау һәм тукталу урынын үзгәртергә мөмкин. Умырткалыларның класслары арасындагы шактый гына морфологик аерымлыклар регулятор элементларда вак мутацияләр туплануга бәйле.

Гади бер мисалны тикшерик. Тавыкның, тычкан һәм буар еланның күкрәк читлеге зурлыгын һәм торышын бер үк төрле структур ген контрольдә тота. Бу генда нуклеотидлар эзлеклелеге барлык өч төрнең дә бертөрле (калган барлык умырткалылардагы кебек). Әмма аның регулятор элементларында була торган үзгәрешләр шуңа китерә: буар еланда бу ген эмбрион хордасының барлык күзәнәкләрендә диярлек эшли, тычканның — алгы өлешендә, ә тавыкта — хорданың арткы өлешендә. Нәтиҗәдә буар еланның күкрәк читлеге — башыннан койрык очына кадәр диярлек, тычканның — башына якын, ә тавыкның койрыгына якын өлешендә формалаша.

Табигый популяцияләрдә структур геннарның иң төрлеләренең регулятор элементлары буенча мутацияләр гаять күп санда тупланган.

Комбинатив үзгәрүчәнлек. Белгәнегезчә, *комбинатив үзгәрүчәнлек* — гомологик хромосомаларның аркылы кисешүе (урын алмашуы) — аларның мейоз вакытында очраклы аерылышуы һәм аталанганда гаметаларның очраклы туры килүе нәтиҗәсе. Комбинатив үзгәрүчәнлек генотиплар һәм фенотипларның чиксез күптөрлелегенә китерә. Ул төрләрне нәселдәнлек ягыннан күптөрле итүче бетмәс чыганак һәм табигый сайланыш өчен нигез булып хезмәт итә. Әгәр гомологик хромосомаларның һәрбер парында берәр пар аллель геннар дип алганда, әйтик, кешедә хромосомаларның гаплоидлы җыелмасы 23 кә тигез икәнен белгән тәкъдирдә, гаметаларның мөмкин булу саны 2^{23}, ә генотипларның мөмкин булу саны 3^{23} нә тигез. Генотипларның мондый зур саны Җирдәге кешеләр саныннан 20 тапкыр артык. Ләкин чынлыкта гомологик хромосомалар берничә ген буенча аерылалар һәм бу саннарда аркылы кисешү күренеше исәпкә алынмаган. Шуңа күрә генотипларның мөмкин булу саны астрономик саннар белән чыга һәм бертөрле ике кешенең булуы,— бер күкәй игезәкләрен исәпкә алмаганда, чынлыкта акылга сыймаслык хәл.

Табигый популяцияләрдәге гаять зур генотипик һәм, димәк, фенотипик күптөрлелек табигый сайланыш өчен башлангыч эволюцион материал булып тора.

1. Сез ничек уйлыйсыз, эволюциядә үзгәрүчәнлекнең нинди төре төп роль уйный?
2. Эволюция процессында үзгәрүчәнлекнең ролен тасвирлагыз.
3. Бер үк төр популяцияләренең фенотипик беришлелеген ничек аңлатырга? Бер үк төр популяцияләренең генофондлары бертөрле дип әйтеп буламы?
4. Организмда бара торган нинди биологик процесслар комбинатив үзгәрүчәнлекнең нигезендә ята?

§ 46. Табигый сайланыш — эволюциягә юнәлеш бирүче фактор

Ч. Дарвинның бөек казанышы шуннан гыйбарәт: ул эволюция процессының мөһим факторы буларак сайланышның әһәмиятен ачып бирә. Дарвин үзләре яши торган тирәлек шартлары өчен файдалырак билгеләре булган организмнарның сакланып калуын һәм өстенлек алып үрчүләрен табигый сайланыш аркасында бара дип исәпли. Табигый сайланыш, Ч. Дарвин күрсәткәнчә, яшәү өчен көрәш нәтиҗәсе булып тора.

Яшәү өчен көрәш. Бу төшенчәне Дарвин затлар һәм төрле тирәлек факторлары арасындагы мөнәсәбәтләрнең барлык җыелмасын тасвирлау өчен куллана. Бу мөнәсәбәтләр билгеле бер затның исән калуда һәм нәселен калдыруда уңышын яки уңышсызлыкка очравын билгели. Барлык тереклек иясләре күп санда үзләренә охшашларны тудырырга потенциаль сәләтле. Мәсәлән, җәй эчендә бер дафниянең (төче су кыслачыгы) үрчем калдырырга потенциаль сәләте астрономик санга җитә, 10^{30} заттан артык, бу — Җир массасыннан да күбрәк.

Әмма чынлыкта тере организмнарның саны беркайчан да туктаусыз артмый. Моның сәбәбе нәрсәдә соң? Затларның күпчелеге үсешенең төрле этапларында үлә һәм үрчем калдырмый. Хайваннарның саны артуын чикләүче күп сәбәпләр бар: моңа табигать-климат факторлары да, башка төрдән һәм үз төреннән булган затларның көрәше дә керә.

Шунысы билгеле: төр никадәр күп үрчем бирә торган булса, үлеме дә шулкадәр күбрәк була. Белуга, мәсәлән, уылдык чәчү чорында миллионга якын уылдык чәчә һәм маймычларның бик азы гына балык булып үсеп җитә. Үсемлекләрдә дә шулай ук искиткеч күп орлык өлгерә, ләкин табигый шартларда аларның бик азы гына шытып чыга. Төрләрнең чикләнмәгән үрчү мөмкинлеге белән ресурсларның чикләнгәнлеге арасындагы ярашмаучанлык — *яшәү өчен көрәшнең төп сәбәбе.* Үрчем төрле сәбәпләр аркасында үлә. Бу сайланма характерда да, очраклы гына да (урман янганда, су басканда, табигатькә кеше кулы тигәндә һ. б.) булырга мөмкин.

Төр эчендә көрәш. Затларның үрчү интенсивлыгы һәм яшәү тирәлегенең үзгәреп торган шартларына начар җайлашканнарының сайланып үлә баруы эволюцион үзгәрешләр өчен хәлиткеч әһәмияткә ия. Кирәксез билгесе булган зат, һичшиксез, үләргә тиеш дип уйлау шулай ук урынсыз. Бу очракта нормаль зат үрчем биргәндә, нормаль түгеле үзеннән соң азрак үрчем калдырырга яки бөтенләй калдырмаска мөмкин. Димәк, һәрвакыт *җайлашканрак* затлар сакланып кала һәм үрчи. *Табигый сайланышның төп механизмы* шуннан гыйбарәт тә инде. Бериш индивидуумнарның үлүе һәм икенчеләренең сакланып калуы — үзара тыгыз бәйләнгән күренешләр.

Яшәү өчен көрәштә җайлашканрак затларның җиңеп чыгуы һәм үрчүе, ягъни Дарвин тарафыннан иҗат ителгән табигый сайланыш идеяләре шундый гади һәм беренче карашка ап-ачык итеп дәлилләнүе белән бөек. Бер төр эчендәге затлар арасында төрле характердагы көрәш

була. Бу — азык, су чыганаклары, ышыклану урыны, оялау территорияләре һ. б. өчен, бер үк төр затлары арасында яшәү өчен *турыдан-туры көрәш* (*конкуренция*) булырга мөмкин. Яшәү өчен *турыдан-туры булмаган* көрәш тә була. Бер төрнең затлары тышкы тирәлекнең уңайсыз биотик һәм абиотик факторларына (йогышлы авыруларга, ерткычларга каршы, экстремаль температураларга һ.б.га) чыдамлылыклары буенча үзара ярышалар.

Бер төр эчендәге затлар арасында, бер яктан, көрәш, ярыш барса, икенче яктан, үзара ярдәмләшү дә күзәтелә.

Үзара ярдәмләшү семья һәм төркем булып яшәгән хайваннарда ачык күренә, анда көчле һәм эре затлар балаларын һәм ана хайванны, үз территорияләрен һәм табышларын саклыйлар, гомерләрен биреп булса да, төркем яки семья уңышына булышлык итәләр.

Бер семья төркеменә керүче һәм, димәк, уртак геннары булган затларның үзара ярдәмләшүе яшәү өчен көрәшнең кискенлеген киметми, ләкин аны башка яссылыкка күчерә. Затлар арасындагы конкуренциягә алмашка ырудаш төркемнәр арасындагы конкуренция килә. Үзара ярдәмләшү үзе яшәү өчен көрәш инструментына әйләнә. Ләкин нәтиҗә бер үк булып кала: буыннан-буынга популяцияләрдә чын мәгънәсендә нык җайлашучанлыкны тәэмин итүче геннар ешлыгы арта.

Эволюцион үзгәрешләрнең төп этәргече булып яшәү өчен көрәштә сакланып калган җайлашканрак организмнарның табигый сайланышы тора.

Төрләр арасындагы көрәш. (Төрара көрәш.) Төрләр арасындагы көрәш дигәннән төрле төрләргә кергән затларның үзара мөнәсәбәтен аңларга кирәк. Алар конкуренциягә дә, үзара файдага да нигезләнгән, яки нейтраль булырга мөмкин. Охшаш экологик шартларда яшәүче һәм бертөрле азыктан файдаланучы төрләр үзара көрәшкәндә, төрләр арасындагы конкуренция аеруча кискен төс ала. Төрләр арасындагы көрәш нәтиҗәсендә я көрәшүче төрләрнең берсе кысрыклап чыгарыла, я төрләр бердәм ареал эчендә төрле шартларга җайлашалар, яисә, ниһаять, төрле территорияләрдә бүленеп яшиләр.

Якын төрләр көрәшенең нәтиҗәсен кыя үрмәләченең ике төрендә күреп була. Бер үк территориядә бу кошларның ике төре дә яшәгән, ягъни элеге бер төрнең ареалы икенчесенеке белән туры килгән очракта, аларның томшык озынлыгы һәм азык табу ысулы нык аерыла. Ә инде бер төрнең яшәү өлкәсе икенче төрнеке белән туры килмәгәндә, томшык озынлыгында һәм туклану ысулында аерымлык сизелми. Төрләр арасындагы көрәш, шулай итеп, төрләрнең экологик һәм географик аерымлануына китерә.

Төрләр арасындагы көрәшнең мисалы итеп ерткыч һәм аның корбаны, хуҗа һәм паразит арасындагы көрәшне, шулай ук төрле төр затларының бер-берсенә файда китереп бергә яшәвен китерергә мөмкин.

Сайланышның нәтиҗәлелеге. Табигый сайланышның нәтиҗәлелеге популяциядә тупланган нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең интенсивлыгына һәм запасына бәйле. Сайланышның интенсивлыгы популяциядәге

затларның нинди өлеше җенси өлгергәнчегә кадәр яшәве һәм үрчүдә катнашуы белән билгеләнә. Бу өлеш никадәр аз булса, сайланышның интенсивлыгы шулкадәр зур була. Ләкин әгәр популяциядә затларның үзгәрүчәнлеге сизелерлек булмаса, яки ул нәселдәнлек характерында булмаса, хәтта иң интенсив сайланыш та нәтиҗәле булмый. Сайланыш билгенең уртача кыйммәте үзгәрүенә китерсен өчен, популяциядә затлар генетик яктан бер-берсеннән аерылып торырга тиеш. Моны үзенең классик тәҗрибәләре белән Дания генетигы В. Иогансен исбатлый. Ул фасольнең, башта бер үсемлекне һәм аннан соңгы берничә буын үсемлекләрен серкәләндереп, саф линияләрен аерып ала. Мондый юл белән үстерелгән линияләр күпчелек геннары буенча гомозиготалы булып чыга, ягъни линия эчендә үзгәрүчәнлек модификацион характерда була. Андый линияләрдә кузакларның зурлыгына карап үткәрелгән сайланыш аннан соңгы буыннарда аларның эреләнүенә яки вагаюына китермәгән. Фасольнең гадәти гетерозиготалы популяцияләрендә исә нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге күзәтелгән, һәм сайланыш нәтиҗәле булып чыккан.

1. Яшәү өчен көрәшнең сәбәбе нидән гыйбарәт?
2. Үзара ярдәмләшү булган популяцияләрдә яшәү өчен көрәш тукталамы?
3. Төрара көрәш нинди нәтиҗәләргә китерергә мөмкин?
4. Табигый сайланышның нәтиҗәлелеге нәрсәгә бәйле?

§ 47. Популяцияләрдә табигый сайланыш формалары

Табигый сайланыш һәрвакыт тере организмнарны үзгәртүче төп фактор булып тора. Аның механизмы бер үк, ягъни табигый сайланыш һәр очракта җайлашканрак затларның сакланып калуына һәм үрчем калдыруына булышлык итә. Ләкин аның юнәлешенә, нәтиҗәлелегенә һәм организмнар яши торган тирәлек үзенчәлекләренә бәйле рәвештә табигый сайланышның формалары төрле булырга мөмкин.

Сайланышның этәргеч формасы. Теләсә нинди популяцияне яки төрне тәшкил итүче организмнарның бик төрле булуын сез инде беләсез. Шуңа карамастан һәр популяция теләсә нинди билгенең күпмедер уртача кыйммәте белән характерлана. Микъдар билгеләре уртача арифметик кыйммәткә күчереп күрсәтелә, мәсәлән, үрчемнең уртача саны, канатның уртача озынлыгы, тән массасының уртача күрсәткече. Популяциягә сыйфат билгеләре буенча тасвирлама бирү өчен, теге яки бу билгеләргә ия затларның ешлыгы (проценты яки өлеше) ачыклана, мәсәлән ак яки кара күбәләкләрнең ешлыгы, мөгезсез яки мөгезле хайваннарның ешлыгы.

Яшәү шартлары үзгәргәндә, еш кына сайлана торган билгесе уртача зурлыктан авышкан затлар сайланышка эләгә. Мәсәлән, Англиянең Плимут шәһәрендәге култыкта тереклек итүче крабларның башкүкрәк өлеше тарая баруын сизгәннәр. Әлеге күренешнең сәбәбе — болганчык

суда тар башкүкрәкле вак крабларның күбрәк исән калуында. Бу хәл судагы акбур кисәкчекләре, әре крабларның сулыш юлларына тыгылып, үлемгә китерүе белән аңлатыла.

58 нче рәсем. Күбәләкләрдә индустриаль меланизм

Табигатьтә табигый сайланышның этәргеч формасы булуын индустриаль меланизм ачык күрсәтә. Индустрия үсеш алмаган районнарда күбәләкләрнең күп төрләре ачык төстә булалар. Промышленность үсеше, шуңа бәйле рәвештә агачларның кәүсәләре пычрану һәм аларның кабыгында үсүче лишайникларның коруы кара (меланин төсендәге) күбәләкләрнең саны нык артуга китерә. Кайбер шәһәр тирәләрендә әле кайчан гына анда бөтенләй булмаган кара күбәләкләр аз гына вакыт эчендә иң күп санлыга әйләнә (58 нче рәсем).

Промышленность районнарында караләкым кәүсәләргә кунган ак күбәләкләрне кошлар бик тиз ашап бетерәләр, ә кара күбәләкләр күзгә азрак ташлана. Менә шуңа күрә дә алар ешрак очрый.

Сайланышның этәргеч формалары барлыгын раслаучы мисаллар бик күп, тик аларның асылы бернәрсәгә кайтып кала: популяция яңа шартларга җайлашканчыга кадәр, табигый сайланыш билгенең уртача кыйммәтен авыштыра яки билгесе үзгәргән затларның очрау ешлыгын үзгәртә (59 нчы рәсем).

Табигый сайланышның этәргеч формасы организмның үзгәрүчән шартларга туры килгән яңа реакция нормасын ныгыта. Сайланыш һәрвакыт фенотип буенча уза, ләкин аны билгеләүче генотиплар да сайлана. Шуны әйтеп китәргә кирәк: теләсә нинди адаптация (җайлашу) беркайчан да абсолют була алмый. Организмнарның һәм тирәлек шартларының даими үзгәрүчәнлегенә бәйле рәвештә, җайлашу һәрвакыт чагыштырмача була. Популяциядә билгесе элек урнашкан кыйммәтеннән читкә тайпылган затларның сайлана баруы *табигый сайланышның этәргеч формасы* дип атала.

Сайланышның стабильләштерүче формасы. Тирәлекнең билгеле бер шартларына җайлашканлык популяциядә сайланышның тәэсире туктала дигән сүз түгел. Теләсә нинди популяциядә һәрвакыт мутацион һәм комбинатив үзгәрүчәнлек булып торганлыктан, уртача кыйммәтеннән тайпылган билгеләргә ия затлар һәрвакыт килеп чыгып тора. *Сайланышның стабильләштерүче формасы*, 60 нчы рәсемнән күренгәнчә, популяциядә урнашкан билгенең уртача кыйммәте файдасына юнәлә. Стабильләштерүче сайланышта популяциягә яки төргә хас билгеләрнең уртача кыйммәтләреннән шактый ук тайпылган затлар читләштерелә.

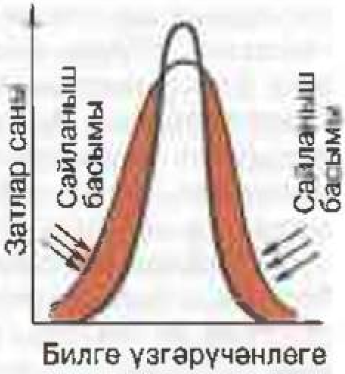
ИВАН ИВАНОВИЧ ШМАЛЬГАУЗЕН (1884—1963)— **ватаныбызның танылган зоологы-эволюционисты. Ул — организмның бербөтенлеген һәм аның индивидуаль һәм тарихи үсешендә саклану механизмнары проблемасын, шулай ук стабильләштерүче сайланыш теориясен иҗат иткән галим.**

Хайваннарның яки үсемлекләрнең теләсә нинди популяциясендә күзәтелә торган барлык затлар арасындагы зур охшашлык — табигый сайланышның стабильләштерүче формасы тәэсиренең нәтиҗәсе.

Стабильләштерүче сайланышка күп мисаллар китерергә мөмкин. Давыл вакытында күбрәк озын һәм кыска канатлы кошлар үлә, канатлары уртача озынлыктагылары сакланып кала. Имезүче хайваннарда балалары уртачадан зуррак яки кечерәк булганда үлү очраклары күбрәк, чөнки бу — тукландыру шартларында һәм дошманнарыннан саклану сәләтендә чагыла. Табигый сайланышның стабильләштерүче формасын ватаныбызның танылган галиме И. И. Шмальгаузен ачты.

Табигый сайланыш турында сөйләгәндә, аның иҗади ролен истән чыгарырга ярамый. Популяция һәм төр өчен файдалы нәселдәнлек

59 нчы рәсем. Табигый сайланышның этәргеч формасы.
А — Г — табигый сайланышның этәргеч көче басымында реакция нормасының әзлекле үзгәрүе



60 нчы рәсем. Табигый сайланышның стабильләштерүче формасы

үзгәрешләрен туплап һәм зарарлыларын бетереп, табигый сайланыш акрынлап тереклек шартларына яхшы җайлашкан яңа, камилрәк төрләрне барлыкка китерә.

▶ 1. Табигый сайланышның этәргеч һәм стабильләштерүче формаларын чагыштырыгыз, охшашлык һәм аерымлык билгеләрен табыгыз.

▶ 2. Сайланышның этәргеч һәм стабильләштерүче формаларының механизмын аңлатыгыз.

▶ 3. Сезнеңчә ничек, эволюциядә сайланышның этәргеч һәм стабильләштерүче формалары нинди роль уйный?

§48. Геннар дрейфы — эволюция факторы

Кечерәк популяцияләрдә геннар ешлыгының очраклы тирбәлүе. Кушылдыруның моногибрид, дигибрид һәм башка типларында таркалу нәтиҗәләренең көтелгән зурлыклардан очраклы тайпылулары — гадәти күренеш. Хәтта Г. Мендель тәҗрибәсендә дә икенче буында сары орлыклар белән яшелләре 6022:2001 чагыштырмасында була, ягъни төгәл 3:1 чагыштырмасында булмый. Әгәр тәҗрибә өчен 8000 орлык урынына 80 алынган булса, нәтиҗәнең 3:1 чагыштырмасында килеп чыгу мөмкинлеге тагын да азрак булыр иде. Кечкенә популяцияләрдә очраклы процессларның тәэсире сизелерлек нәтиҗәләргә, атап әйткәндә, аллельләр ешлыгы үзгәрүгә китерә. Популяциядә аллельләр ешлыгының очраклы юнәлешсез үзгәрүе *геннар дрейфы* дип атала.

Геннар дрейфы күренешен беренче булып Россия генетиклары Н. П. Дубинин һәм Д. Д. Ромашов, шулай ук чит ил галимнәре С. Райт һәм Р. Фишер ачалар. С. Райт тәҗрибә юлы белән кечкенә популяцияләрдә мутант аллель ешлыгы тиз һәм очраклы рәвештә үзгәрүен исбатлый. Ул гади тәҗрибә үткәрә: пробиркаларга азык салып, аларга икешәр ана һәм икешәр ата дрозофила урнаштыра. Алар *A* гены буенча гетерозиготалы (генотипларын *Aa* дип язарга мөмкин). Бу ясалма популяцияләрдә нормаль (*A*) һәм мутант (*a*) аллельләр тупланышы 50%. Берничә буын аша күренгәнчә, кайбер популяцияләрдә барлык затлар мутант аллель (*a*) буенча гомозиготалы, икенчеләрендә бу аллель бөтенләй булмый, өченче популяцияләрнең бер өлешендә нормаль аллель дә, мутант аллель дә була. Шунысы мөһим: мутант затларның яшәү сәләте кимрәк булуга карамастан һәм, димәк, кайбер популяцияләрдә, табигый сайланышка каршы барып, мутант аллель нормаль аллельне тулысынча кысрыклый. Бу очраклы процесс геннар дрейфы нәтиҗәсе була.

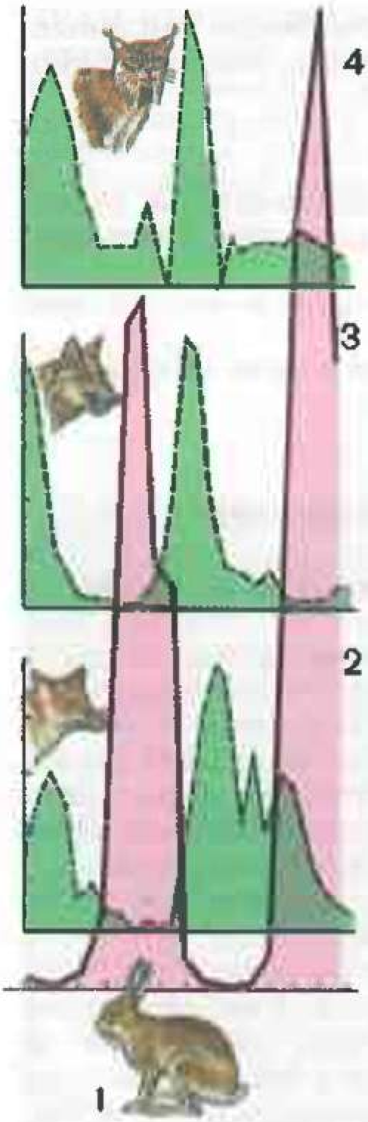
Популяция дулкыннары. Табигатьтә төрле организмнарның сан ягыннан әледән-әле үзгәреп торуы — киң таралган күренеш. 61 нче рәсемдә мисал итеп ерткыч һәм аның корбаны популяциясенең сан ягыннан үзгәрүе күрсәтелгән. Рәсемнән күренгәнчә, төрле елларда хайваннарның саны кинәт арта яки кими, өстәвенә корбаннарның саны

ерткычларныкыннан узып китә. Популяциянең сан ягыннан әледән-әле үзгәреп торуына беренче булып С. С. Четвериков игътибар итә. Популяцияне тәшкил итүче затларның саны тирбәлеп торуын *популяция дулкыннары* дип атыйлар.

Популяция дулкыннары — геннар тайпылу сәбәпләренең иң еш очрый торганнарыннан берсе. Сан ягыннан үзгәреп тору бөҗәкләрдә аеруча көчле була, аларның язгы популяцияләренең зурлыгы көзге популяцияләр белән чагыштырганда меңтапкыр кыскара. Кышлаганда мутант затларның очраклы сакланып калуы бу мутациянең туплануын меңтапкыр арттырырга мөмкин.

Геннар дрейфы популяцияләрдә нинди нәтиҗәләргә китерә соң? Алар төрле булырга мөмкин. Беренчедән, популяциянең генетик беришлелегеи арттыра, ягъни аның гомозиготалылыгы арта. Моннан тыш, генетик составы охшаш һәм бертөрле шартларда яшәүче популяцияләр төрле геннарның дрейфы нәтиҗәсендә баштагы охшашлыкларын югалтырга мөмкин. Икенчедән, геннар дрейфы аркасында, табигый сайланышка каршы барып, популяциядә затларның яшәү сәләтен киметүче аллель сакланырга мөмкин. Һәм, ниһаять, өченчедән, популяция дулкыннары аркасында сирәк аллельләрнең туплануы тиз һәм кинәт үсәргә мөмкин.

Шулай итеп, популяциядә геннар дрейфы төрле очраклы процесслар нәтиҗәсендә була һәм эволюция барышында популяцияләрнең генотипик структурасын үзгәртүгә үзеннән өлеш кертә.



61 нче рәсем. Популяция дулкыннары (куян һәм ерткычларның саны үзгәрү).
1 — куян; *2* — төлке; *3* — бүре; *4* — селәүсен

1. Геннар дрейфы (тайпылуы) нәрсә ул, аңлатып бирегез. Аның мөһим роль уйнаган очракларына мисаллар китерегез һәм аның ни өчен кечерәк популяцияләрдә аеруча зур роль уйнавын аңлатыгыз.
2. Эволюциядә геннар дрейфы һәм популяция дулкыннары нинди роль уйный?

§49. Изоляция — эволюция факторы

Изоляция бер үк төр эчендәге затларның билгеләре аерылуына китергәнлектән һәм төрле затларның үзара кушылуына киртә булып торганлыктан, аның бик мөһим эволюцион фактор булуын әле Ч. Дарвин ук әйткән булган.

Географик изоляция. Популяциядә билгеләрнең аерылуына китерүче изоляция табигатьтә нинди ысуллар белән тормышка ашуын тикшерик. Моның ешрак очрый торганы — *пространстволы* яки *географик изоляция*. Аның асылы төр яшәгән бердәм ареалның үзара бәйләнешен югалткан өлешләргә бүлгәләнүеннән гыйбарәт. Географик изоляция нәтиҗәсендә кайбер популяцияләр аерымланалар, шунлыктан төрле өлешләрнең индивидуумнары арасында иркен кушылу я бөтенләй була алмый, яки авырлаша.

Аерымланган һәр популяциядә очраклы гына мутацияләр килеп чыгарга мөмкин. Геннар дрейфы һәм табигый сайланыш тәэсире нәтиҗәсендә аерымланган популяцияләрнең генотипик составы торган саен төрлеләнә.

Географик изоляциягә китерүче сәбәпләр күп: таулар яки елгалар, муеннар яки бугазлар ясалу, кайбер төбәкләрдә популяцияләрне кырып бетерү h. б.

Аерымланган төрле популяцияләрдә яшәүче затларның үзара кушыла алмавы аркасында, аларның һәрберсендә үз эволюция процессы барлыкка килә. Бу, вакыт узу белән, аларның генотипик структураларында зур гына аермаларга һәм популяцияләр арасында геннар алмашы кимүгә, хәтта бөтенләй тукталуына китерә.

Экологик изоляция. Популяциянең аерылуына китерүче икенче юл — *экологик изоляция*. Ул хайваннарның яки үсемлекләрнең күбрәк билгеле бер җирлекне яратулары һәм елның билгеле бер вакытында гына кушылулары белән аерылуларына нигезләнгән. Кайбер сөләйман балыклар, мәсәлән, һәр елны уылдык чәчми, бәлки ике елга бер тапкыр гына чәчә. Алай гына да түгел, җөп елда уылдык чәчү урынына балыкларның бер популяциясе килә, так елда — икенчесе. Шул сәбәпле төрле популяция вәкилләре кушыла алмый һәм популяцияләр аерымлана.

Экологик изоляциянең икенче тибы тере организмнарның билгеле бер тереклек итү урынын өстен күрүләренә бәйле. Севан форелe — мондый изоляциянең ачык мисалы. Форельнең төрле популяцияләре күлгә коючы төрле инеш һәм тау елгасы тамакларында уылдык чәчәләр, шуңа күрә алар арасында ирекле кушылу бик читенләшә. Экологик изоляция шул рәвешле төрле популяция затлары кушылуын тоткарлый һәм, географик изоляция кебек үк, популяцияләр аерылуының башлангыч этабы булып тора.

Төрле төр затларының кушылуын тоткарлаучы биологик механизмнар. Бер үк территориядә яшәүче төрле төр затларының кушылуын тоткарлаучы катлаулы механизмнар бар. Мондый изоляцияне тормышка ашыруда хайваннарның үз-үзләрен тотышларындагы аерымлыклар аеруча әһәмиятле.

Пар табышу, ис бүлеп чыгарудагы, яшәү тирәлегән сайлаудагы аерымлыклар — болар барысы да бер төр затларның икенче төр затлары белән кушылудан ышанычлы саклый. Күп төрләрнең, болардан тыш, җенес әгъзаларының төзелешендәге аерымлыклар аларның кушылуына өстәмә киртә булып тора. Үсемлекләрдә бер төрнең серкәләре башка төрнең җимешлеге авызчыгына эләгеп үсәргә сәләтсез булуы күзәтелә. Аталану булган очракта да, генетик сәбәпләр аркасында зигота үлә. Ә инде барлык каршылыкларны җиңеп, гибрид нәсел туа икән, еш кына хромосомалар төзелешендәге һәм санындагы аерымлыкларга бәйле рәвештә, мейоз бозылу сәбәпле, ул үрчемсез була.

Шулай итеп, изоляциянең аерым типлары, бер яктан, популяцияләр аерылу һәм киләчәктә төр ясалу өчен алшартлар тудырса, икенче яктан, төрнең генетик структурасы саклануга булышлык итә.

▶ 1. Географик яки экологик изоляция шартларында яңа төрләр ничек барлыкка килә?
▶ 2. Географик һәм экологик изоляция арасында нинди аерма бар?
○ 47 нче параграфны кабатлагыз.

§ 50. Җайлашу — эволюция факторлары тәэсиренең нәтиҗәсе

Табигый сайланыш тәэсире нәтиҗәсендә яшәү өчен файдалы билгеләре булган затлар сакланып кала. Бу билгеләр организмнарның үзләре яши торган шартларга, абсолют булмаса да, яхшы *җайлашуына* булышлык итәләр.

Организмнарның яшәү шартларына җайлашканлыгы гаять камилләшкән булырга мөмкин, һәм бу аларның сакланып калуларына, күп үрчем бирүләренә ышанычны арттыра. Мәсәлән, керәшә — җитез очарга, ә тукран урманда яшәргә яхшы җайлашкан. Тереклек итүгә җайлашу организмнарның нинди тирәлектә яшәвенә бәйле. Керәшә бөҗәкләрне очканда аулый: аның авызы киң, томшыгы кыска. Тукран бөҗәк личинкаларын кабык астыннан таба: томшыгы озын, нык һәм теле озын. Организмнарның әйләнә-тирәлеккә җайлашуын күрсәтүче мисаллар бик күп.

Саклагыч төс. Саклагыч төс ачык урыннарда яшәүче һәм дошманнары өчен җиңел табыш булган төрләргә хас. Андый төс әйләнә-тирә җирлегендә организмнарны күренмәс итә. Төнге күбәләкләрне көндез бөҗәкләр белән тукланучы кошлар чүпләп бетерергә мөмкин, ләкин аларның төсләре көн уздыру өчен үзләре кунган җирлек белән бер төстә булганга, аларны кошлар күреп бетерми һәм аларның бик күбе исән кала. Ачыклыкта оялаучы кошларның (суер, көртлек, боҗыр һ. б.) бала чыгаручы ана кошы үзе утырган җирлектә күренми диярлек. Ерак Төньякта күп хайваннар (ак аю, ак көртлек һ. б.) ак төстә.

Кайбер хайваннар (зебра, юлбарыс, жираф, елан һ. б.) ачык чуар төстә була — буй-буй сызыклы яки таплы-таплы. Бу исә яктылык белән күләгәнең чиратлашып төшүен хәтерләтә.

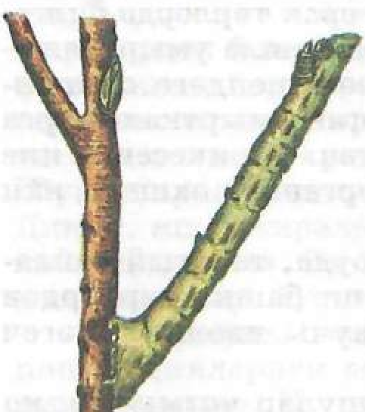
Маскировка. Мондый җайлашуда хайваннарның тышкы формасы һәм төсе әйләнә-тирәдәге предметны хәтерләтә. Мәсәлән, кайбер күбәләкләрнең гусеницалары формасы һәм төсе белән агач ботагына охшап тора (62 нче рәсем). Соры монах күбәләгенең канат өсте төзелеше һәм төсе белән корыган агач кабыгын хәтерләтә. Агач кабыгында яшәүче бөҗәкләрне (коңгызлар, мыеклач коңгызлар һ.б.) лишайник дип алданырга мөмкин.

Мимикрия. *Мимикрия* — бер төрнең начаррак җайлашкан организмы икенче төрнең яхшырак җайлашкан организмын (яки тирәлектәге берәр предметны) кабатлавы. Ул тән формасында яки төсендә чагылырга мөмкин. Мәсәлән, агусыз еланнарның һәм бөҗәкләрнең кайбер төрләре агулыларга охшаш (63 нче рәсем). Кайбер кыр чикерткәләре, цикадалар, шөрчек, төрле чикерткәләрнең личинкалары кырмыскаларны хәтерләтә һ.б.

Мимикрия — төрле төрләрнең охшаш мутацияләре сайланып калу нәтиҗәсе. Ул начаррак җайлашкан организмнарның яшәешен һәм яшәү өчен көрәштә организмның сакланып калуын тәэмин итә.

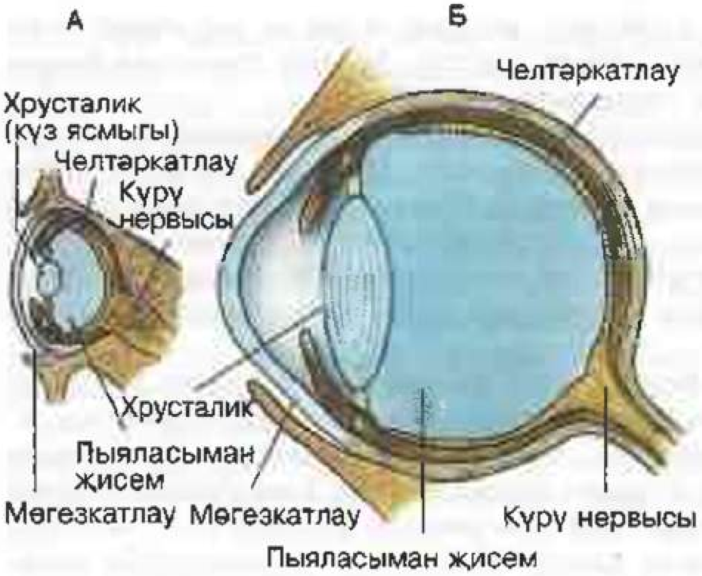
Кисәткеч (янагыч) төс. Төрләр еш кына ачык, хәтердә кала торган төсләрдә булалар. Камканы, чага торган шөпшәне бер тапкыр татып караган кош аларның ачык төсен гомергә исендә калдыра.

Кайбер хайваннар кисәткеч төсләрен үзләренә ерткычлар ташланганда гына күрсәтәләр. Гади әрләннең аркасы көйгән үлән төсендә. Бу — саклагыч төс. Төлке яки эт ташланганда, әрлән аркасына ята һәм көчле кискеч тешләре белән саклана. Әлеге кимерүчегә ташланган ерткыч аның нык тешләрен һәм йөрәк яргыч чыелдавын гына түгел, бәлки корсагының янагыч төсен дә бик озакка хәтерендә калдыра.



62 нче рәсем. Гусеницаның саклагыч формасы (агач ботагын хәтерләтә)

63 нче рәсем. Мимикрия.
Сулда — таракан камкага бик нык охшаган; *уңда* — шөпшәсыман чебен җир шөпшәсен хәтерләтә



64 нче рәсем. Күз төзелешендәге охшашлыкка мисал.
А — башаяклы моллюскның — каракатицаның — күз төзелеше; *Б* — имезүче хайванның күз төзелеше

Җайлашуларның камилләшүе һәм аларның чагыштырмачалыгы. Без тикшереп үткән һәм тикшерергә мөмкин булган гаять күп санлы башка мисаллардан күренгәнчә, тереклек иясләре, кагыйдә буларак, үзләре яши торган тирәлеккә яхшы туры килә. Шундый камил җайлашулар ничек барлыкка килә соң? Аларның барлыкка килүендә хәлиткеч рольне өзлексез дәвам итүче табигый сайланыш уйный. Гаять күп санлы төрле фенотиплардан һәм, димәк, генотиплардан популяцияләрдә шушы тирәлеккә туры килгәнрәкләре сайлана. Үзгәргән шартларга яхшы җайлашкан организмнар озакка сузылган эволюция процессы нәтиҗәсендә генә килеп чыга. Ч. Дарвин сүзләре белән әйткәндә: «...табигый сайланыш һәр көн, һәр сәгать дөнья буенча иң кечкенә генә үзгәрешләрне чүпли, начарларын кире кага, яхшыларын саклый һәм туплый, кайда гына һәм кайчан гына булмасын, уңайлы очракны уздырмый, тавыш-тынсыз, күренми генә һәрбер тереклекне камилләштерү буенча үз эшен башкара, дип әйтергә мөмкин».

Табигый сайланыш һәм очраклы процесслар, кагыйдә буларак, ырудаш төрләрдә билгеләрнең аерылуына — *дивергенциясенә* китерә. Шул ук вакытта сайланыш *конвергенциягә* — бик ерак төрләрдә билгеләрнең кушылуына китерергә мөмкин. Югары төзелешле умырткалыларның һәм башаяклы моллюскларның күз төзелешендәге охшашлык — шуның ачык мисалы (64 нче рәсем). Бу орган умырткалыларга да, моллюскларга да уртак бабаларыннан килмәгән. Ул икесенең ике төрле эмбриональ яралгыдан үсеш алган (андый органнар охшаш, яки аналогик органнар дип атала).

Җайлашуларны саклауда һәм формалаштыруда, табигый сайланыштан һәм нәселдәнлек үзгәрүчәнлегеннән тыш, башка төрләрдән генетик материал күпләп үтеп керүен тоткарлаучы изоляциялэгеч механизмнар мөһим роль уйный.

Тик шуны истә тоту зарур: барлык җайлашулар *чагыштырма характерда* була, ягъни алар организмга фәкать билгеле бер конкрет шартларда гына яшәп калырга ярдәм итәләр. Бу шартлар үзгәргәндә, җайлашуның да файдасы булмаска мөмкин.

Мәсәлән, хәзерге сукыр тычканнарның һәм башка төрләрнең борынгы бабалары җир астында тереклек итүгә күчкәндә, күзнең

үткенлегенә сайланыш, һичшиксез, кимегән. Аңа алмашка күзнең механик зарарланудан, тузан керүдән яхшырак сакланган булуына сайланыш килә. Бу исә күзнең чагыштырмача зурлыгы кечерәюгә, аның баш сөягенә тирәнгә батып урнашуына китергән. Шулай итеп, рудиментар органнарны без шулай ук табигый сайланыш барышының нәтиҗәсе дип карый алабыз.

- ▶ 1. Теге яки бу җайлашуның (адаптациянең) ничек сакланып калуын аңлатып бирегез; монда геннарның, үзгәрүчәнлекнең, табигый сайланышның роле нинди?
- ▶ 2. Үзегез яши торган төбәкнең хайваннары һәм үсемлекләре мисалында җайлашуның килеп чыгуын аңлатыгыз.
- ▶ 3. Күп кенә чебеннәр тышкы кыяфәте һәм безелдәве белән бал кортына охшаш. Моны аңлату өчен, нинди гипотезалар чыгарырга мөмкин? Аларны ничек тикшерергә?
- ▶ 4. Иртә чәчәк атучы үсемлекләрнең иртә чәчәк атуга җайлашуы ничек барлыкка килгән?
- ▶ 5. Зоология курсыннан алган белемнәрегезгә нигезләнеп, балыкларда һәм кошларда яшәү тирәлегенә җайлашу билгеләрен санап чыгыгыз.
- ○ 45 нче параграфны кабатлагыз.

§51. Төр барлыкка килү

Төр барлыкка килү ул — яңа төр ясалуның бик катлаулы эволюцион процессы. Яңа төр элгәр төр белән бәйләнешләрен өзә һәм организмнарның аерымланган җыелмасы булып әверелә. Яңа һәм элгәр төр затларының кушылуы мөмкин булмый башлый.

Төр барлыкка килүнең механизмы. Төр барлыкка килүнең механизмнары турында иң беренче булып Ч. Дарвин күзаллап әйтә. Ул популяцияләр аерылуның төп сәбәбен төр эчендәге яшәү өчен көрәштә һәм аңа бәйле табигый сайланышта күрә, алар төрләрне табигый шартлардан бик киң һәм төрлечә файдаланырга мәҗбүр итә. Ч. Дарвин фикеренчә, бер төр чигендә популяцияләр еш барлыкка килә, алар тереклек итүнең төрле шартларына, мәсәлән, дымга яки корылыкка, тигезлеккә яки таулыкка; азыкның билгеле бер төренә һ. б.га җайлаша. Шуның аркасында төр үзе яши торган тирәлектән тулырак файдалана. Димәк, яшәү тирәлегеннән мондый тулы файдалануга табигый сайланыш ярдәм итә. Бу — төр эчендә морфологик, физиологик һәм биохимик билгеләре буенча популяцияләрнең аерылуын китереп чыгара.

Географик һәм экологик изоляцияләр, алда әйтеп үтелгәнчә,— популяцияләрнең аерылуы процессын кискен көчәйтүче эволюцион механизмнар. Бу очракта ул популяцияләр арасында геннар алмашуының сүлпәнәюе һәм хәтта тулысынча тукталуы аркасында була.

Ярымутрауны материктан аерып торучы бугаз барлыкка килү нәтиҗәсендә, төр ареалы ике кисәккә бүленгән очракны мисал итеп тикшерик. Ареалның болай бүленүенең нәтиҗәсе булып төрнең үзара кушыла алмый торган ике популяциясе барлыкка килү тора. Төрнең

бердәм генофонды ахыр чиктә ике аерымланган өлешкә бүленгән булып чыга. (*Генофонд* дип популяциядә яки төрдә тупланган барлык геннар җыелмасына әйтәләр.) Төрнең аерымланган кисәкләренең генофондлары арасындагы баштагы аерымлык эволюция барышында һич котылгысыз көчәя. Моның төп сәбәпчесе булып мутация процессы тора. Бүленгән популяцияләрнең берсендә бериш мутацияләр, ә икенчесендә башкалары килеп чыга. Яшәү шартлары төрле «изолятлар»да бик нык аерылырга мөмкин, шулай булгач, табигый сайланыш та төрле юнәлешләрдә барачак. Геннар дрейфы шулай ук төрнең аерымланган кисәкләренең генофонды тагын да аерыла төшүенә үзеннән өлеш кертә. Популяциянең аерылу процессы, озак дәвам итеп, популяцияләрнең генофондлары һәм организмнарның зурлыгы, төсе, үрчем бирүчәнлеге, бер җирне ярата төшүләре h. б. бик күп үзлекләренең нык үзгәрүенә китерә. Яңа билгеләр һәм җайлашулар (адаптация) барлыкка килә, төзелешендә һәм хәтта хромосомалары санында аерымлыклар килеп чыга.

Нәтиҗәдә элек ырудаш булган популяцияләр затлары үзара кушылу сәләтен югалталар. Төр ясалу әнә шулай бара. Һәм ниһаять, элек беркайчан күренмәгән бер яки берничә төр барлыкка килә. Алар үзләренә генә хас үзлекләргә ия булалар.

Төр барлыкка килүнең төп ике ысулын аерып күрсәтәләр: *географик* һәм *экологик* ысуллар. Аларның төп аермасы популяцияләрнең аерылуы изоляциянең кайсы тибыннан башлануына бәйле. Төр барлыкка килү процессының асылы ике ысул өчен дә бер үк. Ул, алда билгеләп үтелгәнчә, элгәр төр үзлекләренең тамырдан үзгәрүеннән һәм яңа төрнең үзлекләре формалашудан гыйбарәт.

Яңа барлыкка килгән төрләрнең күпчелек өлеше юкка чыга. Фәкать яңа экология шартларын уңышлырак үзләштергән, ягъни җайлашканрак төрләр генә сакланып кала һәм эволюцион үсеш юлы белән китә.

● 1. Яңа төрләр барлыкка килүдә изоляция, геннар дрейфы, популяция дулкыннары нинди роль уйный?
● 2. Төр барлыкка килүнең төп ике ысулын тасвирлап бирегез.
▶ 3. Хәзерге вакытта төр барлыкка килү процессы барамы һәм аны күзәтергә мөмкинме?
▶ 4. Табигатьтә куянның бер элгәр төреннән ике төр — ак куян һәм соры куян (үр куяны) ничек барлыкка килгән? Үзегез уйлаганча аңлатып бирегез.
▶ 5. Сез ничек уйлыйсыз, кеше эшчәнлеге яңа төрләр барлыкка килүгә йогынты ясый аламы? Җавабыгызны дәлилләп аңлатыгыз.

§ 52. Эволюция процессының төп юнәлешләре

Эволюциядә прогресс һәм регресс. Эволюция процессы тере организмнарның тирәлек шартларына мөмкин кадәр күбрәк җайлашуы юнәлешендә өзлексез бара. Шартлар үзгәрү бер җайлашуның икенче җайлашу белән алмашынуына китерә. Әмма бу организмнарга төрле

АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ СЕВЕРЦОВ (1866—1936) — ватаныбызның танылган эволюционисты. Умырткалыларның чагыштырма анатомиясе өлкәсендә тикшеренүләр авторы. Морфофизиологик һәм биологик прогресс һәм регресс теориясен иҗат итә.

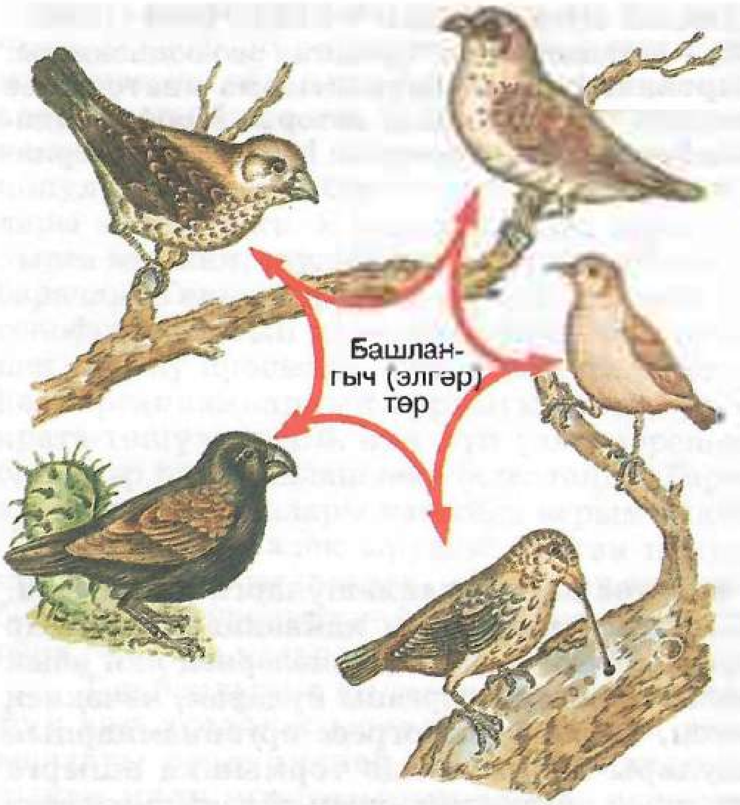
шартларда өстенлек бирүче киң төс алган җайлашуларга да кагыла. Мәсәлән, коры җир өстендә яшәүче умырткалы хайваннарда, газлар алмашы өчен җаваплы универсаль орган буларак, үпкәләрнең яки ябык орлыклы үсемлекләрдә, камилләшкән үрчү органы буларак, чәчәкнең әһәмияте шундый. Шулай итеп, биологик прогресс организмнарның өлешчә һәм тулаем җайлашулары нәтиҗәсендә тормышка ашырга мөмкин. *Биологик прогресс* дигәннән организмнарның әйләнә-тирәлектә яхшырак җайлашканлыгын, төрнең сан ягыннан артуын һәм киңрәк таралуын аңларга кирәк.

Кайбер төрләрдә һәм эрерәк таксоннарда (семьялык, отряд) бара торган эволюцион үзгәрешләр һәрвакытта да прогрессив дип танылмаска мөмкин. Андый очракларда биологик регресс турында сүз бара. *Биологик регресс* — бу яшәү шартларына җайлашу дәрәҗәсенең кимүе, төрнең сан ягыннан кечерәюе һәм төр ареалы биләп торган мәйданның кыскаруы.

Биологик прогресска ирешү юллары нинди соң?

Ароморфоз. Биологик прогресска китерүче юллар турындагы мәсьәләне танылган галим-эволюционист А. Н. Северцов эшли. Шундый төп юлларның берсе булып, А. Н. Северцов күрсәткәнчә, *морфофизиологик прогресс*, яки *ароморфоз*, ягъни эволюция барышында тере организмнарның төзелеш дәрәҗәсен күтәрүче билгеләрнең барлыкка килүе тора. Ароморфозлар яшәү өчен көрәштә зур өстенлекләр бирә, элек мөмкин булмаган яңа яшәү тирәлеген үзләштерү мөмкинлекләрен ача.

Имезүчеләр эволюциясендә берничә эре ароморфоз күзәтелә: йон капламы барлыкка килү, тереләй тудыру, баласын сөт имезеп тукландыру, даими тән температурасы, үпкәләрнең, кан әйләнеше системасы һәм баш миенең камилләшүе. Имезүчеләрнең әле санап үтелгән ароморфоз үзгәрешләр аркасында ирешкән гомуми катлаулы төзелеше аларга теләсә нинди тирәлекне үзләштерергә мөмкинлек бирә һәм нәтиҗәдә югары төзелешле приматлар һәм кеше килеп чыгуга китерә.



65 нче рәсем. Тау чыпчыкларының Галапагос утрауларындагы төрләре

Ароморфоз формалашу — нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге һәм табигый сайланыш нигезендә уза торган дәвамлы процесс. Морфофизиологик прогресс — органик дөнья эволюциясенең төп юлы. Ароморфозларны һәрбер таксономик группа үсешендә табарга мөмкин, бу турыда сез алга таба укырсыз.

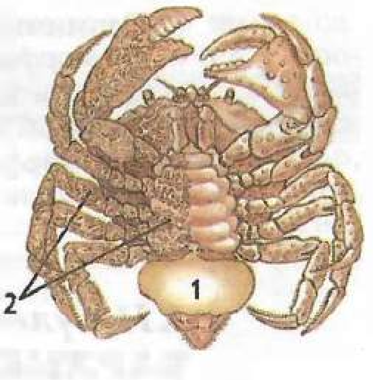
Идиоадаптация. Эволюция барышында ароморфоз кебек зур үзгәрешләр генә түгел, ә аерым группаларның билгеле бер тирәлеккә таррак җайлашулары да килеп чыга. Андый җайлашуларны А. Н. Северцов идиоадаптацияләр дип атый.

Идиоадаптацияләр — тереклек дөньясының әйләнә-тирәлеккә җайлашулары, алар организмнарга үзләренең биологик төзелешен нигездән үзгәртмичә генә прогрессив үсеш мөмкинлеген бирә. Ч. Дарвин тасвирлаган тау чыпчыклары төрләренең күптөрлелеге идиоадаптациянең бер мисалы булып тора (65 нче рәсем). Бу төрләр, төзелеш дәрәҗәсе белән охшаш булып та, үзләрендә табигатьнең төрле җирендә яшәргә мөмкинлек бирүче үзлекләр булдыра алганнар. Тау чыпчыкларының кайбер төрләре — үсемлек җимешләре, икенчеләре — орлыклар, өченчеләре бөҗәкләр белән туклануга җайлашканнар.

Гомуми дегенерация. Күп кенә эволюцион шартларда, әйләнә-тирәлек озак вакытлар үзгәрешсез калганда, *гомуми дегенерация* күренеше башлана, ягъни органнарның тулы бер системалары һәм функцияләре югалуга бәйле рәвештә, төзелеш дәрәҗәсенең кискен гадиләшүе күзәтелә. Гомуми дегенерация, төрләр паразитлык итүгә күчкәндә, бик еш очрый. Крабларда паразит саккулина билгеле, ул җенес продуктлары белән тулы капчыкны хәтерләтә, аның, хуҗасы тәнен тишеп керү өчен, тамыр системасына охшап торган үсентеләре бар. Бу организмның эволюциясе болай: аның башлангыч формасы мыегаяклы кысла булган, ул, күпчелек ырудаш төрләре кебек су төбендәге ташка берекмичә, крабларга ябышып тереклек иткән һәм, үсеп җиткәч барлык органнарын диярлек югалтып, паразитлык итүгә күчкән (66 нчы рәсем).

Гомуми дегенерация организмның төзелешен шактый гадиләштерүгә китерүенә карамастан, бу юлдан киткән төрләр үзләренең санын арттырырга һәм ареалын киңәйтергә, ягъни биологик прогресс юлыннан барырга мөмкин.

Эволюция юнәлешләренең нисбәте. Тереклек дөньясы узган эволюция юллары я үзара кушыла, яисә бер-берсен алмаштыра. Өстәвенә ароморфозлар идиоадаптациягә караганда шактый сирәк була, әмма тереклек дөньясының үсешендә яңа этапларны ароморфозлар билгели. Ароморфоз юлы белән барлыкка килеп, югары төзелешле организмнарның яңа группалары башка яшәү тирәлеген үзләштерәләр. Аннан соң эволюция организмнарга яңа тирәлеккә җайлашырга мөмкинлек бирүче идиоадаптация, ә кайчак дегенерация юлыннан бара (67 нче рәсем).

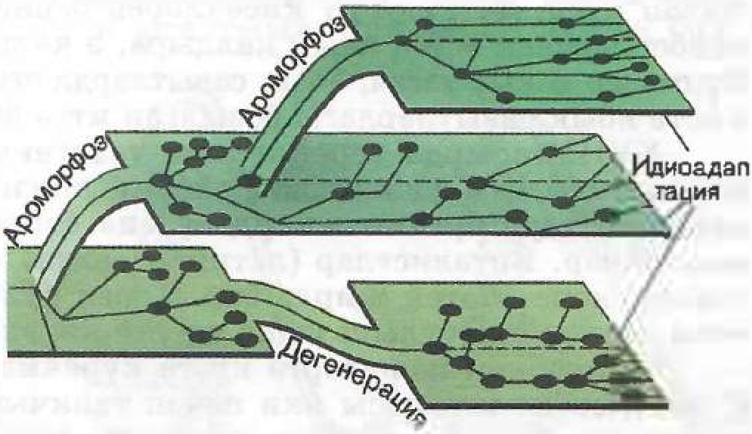


66 нчы рәсем. Саккулина — тамырбаш кысла (краб паразиты).
1 — крабның корсак ягына ябышкан саккулина;
2 — аның тамырсыман үсентеләре крабның тәненә үтеп кергән

Йомгаклап, эволюция процессының гомуми билгеләрен санап үтик. Бу, — барыннан да элек, организмнарның җайлашулары, ягъни аларның үзләре яши торган тирәлеккә туры килүе һәм андагы шартлар үзгәрүгә бәйле рәвештә үзгәрә алу сәләте. Табигый популяцияләрдә нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенең табигый сайланышы — организмнарның җайлашуына китерүче төп сәбәп.

Эволюция процессының икенче мөһим үзенчәлеге — төр ясалу, ягъни һәрвакыт яңа төрләр барлыкка килү. Җирдә эволюция барышында организмнарның дисталәгән, ихтимал, йөзләгән миллион төрләре яшәгән.

Һәм, ниһаять, эволюция процессының өченче аерылгысыз үзлеге — тереклекнең кузәнәккә кадәрге иң гади формасыннан башлап кеше барлыкка килгәнчегә кадәр даими катлаулана баруы.



67 нче рәсем. Ароморфоз, идиоадаптация һәм дегенерация нисбәтен чагылдырган схема

1. Терминнарны аңлатыгыз: *биологик прогресс, биологик регресс, ароморфоз, идиоадаптация, дегенерация.*
2. «Биологик регресс» һәм «дегенерация»не тиңдәш төшенчәләр дип буламы? Җавабыгызны дәлилләгез.
3. Ароморфоз һәм идиоадаптациянең эволюцион әһәмияте нидән гыйбарәт?

XII бүлек. ҖИРДӘ ТЕРЕКЛЕК БАРЛЫККА КИЛҮ

§53. Тереклекнең барлыкка килүе турындагы күзаллауларның үсеше

Җирдә тереклек барлыкка килү теориясе. Бик борынгы заманнан алып безнең чорга кадәр Җирдә тереклекнең барлыкка килүе турындагы гипотезаларның саны исәпсез. Әмма алар барысы да үзара капма-каршы ике карашка кайтып кала.

Биогенез (грекча «биос» — тереклек һәм «генезис» — килеп чыгу) теориясен яклаучылар карашынча, барча тереклек фәкать тередән генә туа. Бу теориягә каршылар *абиогенез* («а» — латинчада каршы кую кисәкчәсе) теориясен яклыйлар, алар тереклекнең терек булмаганнан чыгу ихтималы бар дип исәплиләр.

Урта гасырның күп галимнәре тереклекнең үзлегеннән яралу ихтималын әйтәләр. Алар уйлавынча, балыклар — ләмнән, суалчаннар — туфрактан, тычканнар — пычрактан, чебеннәр иттән яралган булырга мөмкин һ.б.

Үзлегеннән яралу теориясен XVII гасырда Флоренция табибы Франческо Реди инкяр итә. Итне ябык чүлмәккә салып, Ф. Реди бозылган иттә ит чебененең личинкалары үзлегеннән яралмавын күрсәтә. Үзлегеннән яралу теориясен яклаучылар чигенмиләр, алар личинкалар ябык чүлмәккә һава кермәгәнгә яралмый дип раслыйлар. Моңа җавап итеп, Ф. Реди ит кисәкләрен берничә тирән савытка сала һәм кайберләренең өстен ачык калдыра, ә калганнарын тукыма белән яба. Күпмедер вакыт узгач, ачык савытларда чебен личинкалары мыж килә, ә өсте ябык савытлардагы бозылган иттә бер генә личинка да булмый.

XVIII гасырда тереклекнең үзлегеннән яралу теориясен немец математигы һәм философы Лейбниц яклап чыга. Ул һәм аның тарафдарлары тере организмнарда үзенә бертөрле «яшәү көче» бар дип раслыйлар. Виталистлар (латинча «вита» — тереклек) фикеренчә, «тереклек көче» бөтен җирдә бар. Терек булмаганның терекә әверелүе өчен, янәсе, аңа сулыш кына өрергә кирәк.

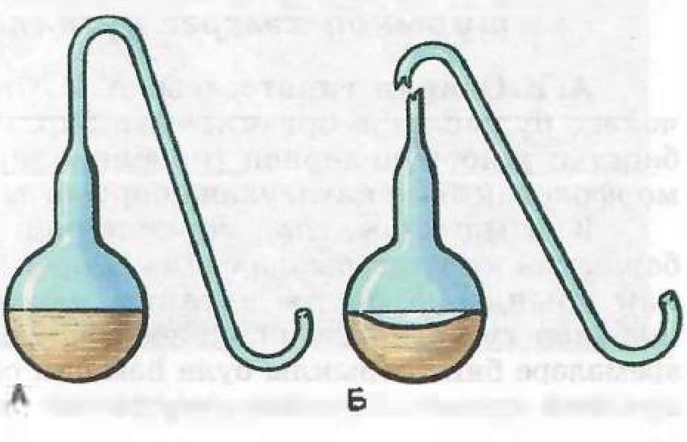
Микроскоп кешеләргә күзгә күренмәс дөньяны (микромир) ача. Күзәтүләр ит шулпасы яки печән таякчыгы төнәтмәсе салынган һәм тыгызлап ябылган колбада, күпмедер вакыт узгач, микроорганизмнар булуын күрсәтә. Ләкин ит шулпасын, бер сәгать кайнатып, савытның авызын эретеп ябыштырган очракта, колбада берни яралмый. Виталист-

ЛУИ ПАСТЕР (1822—1895) — француз микробиологы һәм химигы. Микробиологиягә нигез салучы. Анаэроб бактерияләрне ача. Әчешү процессының энергетик кыйммәтен күрсәтә. Тереклек яралу ихтималы проблемасын тикшерә. Котыру авыруына, түләмәгә каршы прививкалар, шулай ук азык-төлекне бозылудан саклау өчен, тере бактерияләрне (ләкин спораларны түгел) үтерү ысулы буларак пастеризацияләүне (70 °С ка кадәр җылыту) тәкъдим итә.

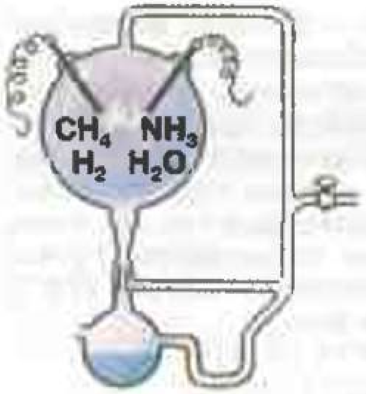
лар озак кайнату «тереклек көче»н үтерә һәм авызы эретеп ябыштырылган колбага читтән керә алмый дигән фикер әйтәләр.

Абиогенез һәм биогенез тарафдарлары арасында бәхәсләр XIX гасырда да дәвам итә. Хәтта Ламарк та 1809 елда гөмбәләрнең үзлегеннән яралу ихтималы турында яза.

Пастер эксперименты. Дарвинның «Төрләрнең килеп чыгуы» дигән китабы дөнья күргәч, Җирдә тереклекнең ничек барлыкка килүе турындагы сорау кабат яңарган. Франция фәннәр академиясе 1859 елда тереклекнең үзлегеннән яралу мәсьәләсенә яңача аңлатма бирергә омтылып караган өчен махсус премия билгели. Бу премияне 1862 елда атаклы француз галиме Луи Пастер ала. Пастер гадилеге белән Рединың атаклы тәҗрибәсенә торырлык эксперимент үткәрә. Ул колбада микроорганизмнар үсү мөмкинлеге булган төрле туклыклы тирәлекләр кайната. Озак кайнатудан колбада микроорганизмнар гына түгел, аларның споралары да үлә. Виталистларның авызы эретеп ябыштырылган колбага «тереклек көче» үтә алмый дигән раслауларын истә тотып, Пастер колбага ачык башлы S-сыман көпшә тоташтыра (68 нче рәсем). Микроорганизмнарның споралары көпшәнең бөгелешендә утырып кала һәм туклыклы тирәлеккә үтә алмый. Яхшы кайнатылган туклыклы тирәлек стерильлеген югалтмый, аңа һава (шуның белән



68 нче рәсем. S-сыман муенлы колбада Л. Пастер үткәргән тәҗрибәнең схемасы.
А — S-сыман муенлы колбада кайнатылган туклыклы тирәлек озак вакытлар стериль кала; *Б — S*-сыман муенны алганнан соң, тирәлектә микроорганизмнар үсә башлый



69 нчы рәсем. С. Миллер аминокислоталар синтезлау өчен файдаланган прибор схемасы

бергә «тереклек көче») керсә дә, микроорганизмнарның үзлегеннән яралуы күзәтелми.

Пастер үзенең тәҗрибәләрендә тереклекнең үзлегеннән ярала алмавын исбатлый. Шул рәвешле, «тереклек көче» турындагы күзаллауларга — витализмга җимергеч удар ясала.

Органик матдәләрнең абиоген синтезы. Пастер экспериментлары хәзерге вакытта тереклекнең үзлегеннән ярала алмавын күрсәтә. Безнең планетада тереклекнең барлыкка килүе турындагы мәсьәлә озак вакыт ачык кала.

1924 елда танылган биохимик А.И.Опарин 4—4,5 млрд еллар элек аммиактан, метан, углекислый газ һәм су парларыннан торган Җир атмосферасында, көчле электр чаткылары булып торганда, тереклек башлану өчен кирәкле иң гади органик кушылмаларның барлыкка килүе мөмкин дип фараз иткән. Академик А.И.Опарин әйткәннәр дөрескә чыга. 1955 елда Америка тикшеренүчесе С.Миллер, берничә паскаль басым астында 80°С температурада CH_4, NH_3, H_2 һәм H_2O парлары аша 60 000 В көчәнешле электр тогын уздырып, иң гади май кислоталарын, мочевина, серкә һәм кырмыска кислотасы, берничә аминокислота, шул исәптән глицин һәм аланинны таба (69 нчы рәсем). Белгәнебезчә, аминокислоталар — аксым молекулаларының «кечкенә кирпечләре». Шуңа күрә дә неорганик кушылмалардан аминокислоталар хасил булуны эксперименталь исбатлау — Җирдә тереклек барлыкка килүнең беренче адымы органик матдәләрнең абиоген (биологик булмаган юл) синтезы булганлыгын күрсәтүче гадәттән тыш мөһим дәлил (алгы форзацны карагыз).

1. Җирдә тереклек барлыкка килү турында үзегез белгән гипотезаларны атап әйтегез. Аларның мәгънәсен ачып бирегез.
2. Органик матдәләрнең абиоген синтезы турындагы гипотезаның мәгънәсе нидән гыйбарәт?

§54. Җирдә тереклекнең барлыкка килүе турында хәзерге күзаллаулар

А.И.Опарин гипотезасы. А.И.Опарин гипотезасының төп үзенчәлеге булып тере организмнар барлыкка килү юлында тереклекне башлап җибәрүчеләрнең (пробионтларның) химик структурасы һәм морфологик йөзе катлаулана баруын тану тора.

Күп мәгълүматлар тереклекнең диңгез һәм океан читләрендә барлыкка килүе турында сөйли. Биредә диңгез, коры җир, һава тоташкан урында катлаулы органик матдәләр хасил булу өчен уңайлы шартлар туган. Мәсәлән, кайбер органик матдәләрнең (шикәр, спирт) эремәләре бик тотрыклы була һәм бик озак саклана ала. Аксымнарның, нуклеин кислоталарының куертылган эремәләрендә желатинның судагы

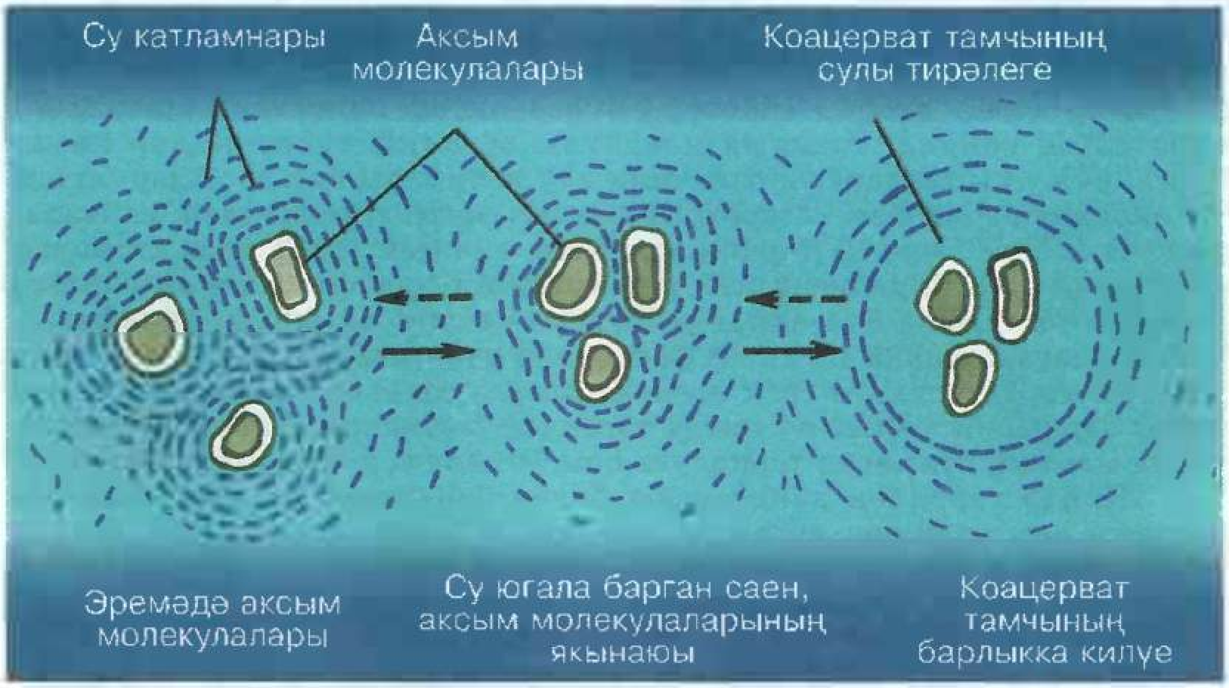
эремәләрендәге куерыкларга охшаш куерыклар ясалырга мөмкин. Андый куерыкларны ***коацерват тамчылар*** яки ***коацерватлар*** дип атыйлар (70 нче рәсем). Коацерватлар төрле матдәләрне сеңдерергә сәләтле. Эремәдән аларга химик кушылмалар үтеп керә, коацерват тамчыларда барган реакцияләр нәтиҗәсендә алар үзгәрәләр һәм әйләнә-тирәгә бүленеп чыгалар.

Коацерватлар әле алар тереклек ияләре түгел. Алар фәкать тере организмнарның үсүе һәм әйләнә-тирәлек белән матдәләр алмашы кебек билгеләренең чагылышын гына күрсәтәләр. Шуңа күрә коацерватлар барлыкка килүне тереклеккә кадәрге үсеш стадиясе итеп кенә карыйлар.

Коацерватлар структуралары тотрыклангачы бик озак сайланыш узалар. Тотрыклылыкка теге яки бу кушылмалар синтезлануны контрольдә тотучы ферментлар барлыкка килгәч кенә ирешелә. Тереклек барлыкка килүнең иң әһәмиятле этабы булып үзенә охшашларны тудыру һәм билгеләрнең нәселдән-нәселгә күчү механизмы барлыкка килү санала. Бу — нуклеин кислоталары һәм аксымнарның катлаулы комплекслары барлыкка килгәннән соң гына мөмкин була. Үзләренә охшашны барлыкка китерергә сәләтле нуклеин кислоталары, аксымнарда аминокислоталарның урнашу эзлеклелеген билгеләп, аксымнар синтезын контрольдә тота башлый. Ә аксым-ферментлар нуклеин кислоталарының яңа күчермәләрен барлыкка китерү процессын тормышка ашыра.

Тереклекнең төп үзлеге — *үзенә охшаш молекулаларны булдыруга сәләтлелек* — шулай барлыкка килә.

Тереклек ияләре алар — ***ачык системалар***, ягъни ***энергияне читтән ала торган системалар.*** Энергия алмыйча, тереклек яши алмый.



70 нче рәсем. Коацерват тамчыларның барлыкка килүе

Белгәнегезчә, энергияне куллану ысулына карап (III бүлекне карагыз), организмнар ике зур төркемгә бүленә: автотрофларга һәм гетеротрофларга. Автотроф организмнар фотосинтез процессында турыдан-туры кояш энергиясен файдаланалар (яшел үсемлекләр), гетеротрофлар органик матдәләр таркалганда аерылып чыга торган энергияне файдаланалар.

Күрәсең, беренче организмнар органик кушылмалар кислородсыз таркалганда аерылып чыккан энергия исәбенә яшәүче гетеротрофлар булганнардыр. Тереклекнең әле чаткылары гына булган чорда, Җир атмосферасында кислород булмаган. Хәзерге химик составлы атмосфераның барлыкка килүе тереклек үсеше белән тыгыз бәйләнгән. Фотосинтезга сәләтле организмнарның барлыкка килүе атмосферага һәм суга кислород аерылып чыгуына сәбәп була. Бу шартларда органик матдәләрнең кислородлы таркалуы башланган. Кислородлы таркалганда, энергия кислородсыз таркалгандагыга караганда күп тапкыр артыграк аерылып чыга.

Тереклек башланган моментыннан бердәм биологик система — биосфера барлыкка китерә (XVI бүлекне карагыз). Икенче сүз белән әйткәндә, тереклек аерым организмнар рәвешендә түгел, ә шунда ук бергәлекләр формасында барлыкка килгән. Биосфераның бербөтен буларак эволюциясе өчен даими катлаулану, ягъни катлаулыдан тагын да катлаулырак структуралар барлыкка килү характерлы.

Хәзерге чорда Җирдә тереклек барлыкка килергә мөмкинме? Җирдә тереклекнең барлыкка килүе турында белгәннәребездән шунысы ачык: тере организмнарның гади органик матдәләрдән башлану процессы бик озак булган. Җирдә тереклек яралу өчен күп миллион еллык эволюция процессы кирәк булган, шуның дәвамында катлаулы молекуляр структуралар, барыннан да бигрәк нуклеин кислоталары һәм аксымнар, тотрыклылыкка, үзләренә охшашларның күчермәсен бирүгә сайланыш узганнар.

Әгәр хәзер Җирдә кайсы да булса интенсив вулкан эшчәнлеге күзәтелгән районда шактый катлаулы органик кушылмалар хасил булса, бу кушылмаларның озак яши алу ихтималы бик аз. Алар шунда ук оксидлашачак һәм гетеротроф организмнар тарафыннан файдаланылачак. Моны әле Ч. Дарвин ук яхшы аңлаган. 1871 елда ул болай дип язган: «Әгәр дә менә хәзер... аммоний һәм фосфорның барлык кирәкле тозларына бай нинди дә булса сулыкта яктылык, җылылык, электр, тагын башка шундый факторлар үтеп кергән шартларда алга таба тагын да катлаулырак әверелешләргә сәләтле аксым химик юл белән барлыкка килсә, бу матдә тереклек барлыкка килгәнгә кадәрге чорда мөмкин булмаган таркалуга һәм йотылуга дучар ителер иде».

Җирдә тереклек абиоген юл белән барлыкка килгән. Хәзерге вакытта һәр тереклек иясе тередән генә туа ала (биоген юл). Җирдә тереклекнең кабат барлыкка килүе мөмкин түгел.

1. Җирдә тереклек барлыкка килү процессын тәшкил итәрлек төп этапларны әйтегез.
2. Сез ничек уйлыйсыз, беренчел океан суларында туклыклы матдәләрнең азаюы эволюциянең барышына нинди йогынты ясаган?

- 3. Фотосинтезның эволюцион әһәмиятен ачыгыз.
- 4. Җирдә тереклекнең барлыкка килүе турындагы сорауга җавап бирү кешегә ни өчен кирәк? Бу турыда сез ничек уйлыйсыз?
- 5. Ни өчен Җирдә тереклекнең кабат барлыкка килүе мөмкин түгел?
- 6. «Тереклек» төшенчәсенә билгеләмә бирегез.

XIII бүлек. ҖИРДӘ ТЕРЕКЛЕКНЕҢ ҮСЕШЕ

Җирдәге тере организмнар тарихын утырма тау токымнарында сакланган калдыклар, аларның тереклек эшчәнлегенең төрле эзләре буенча өйрәнәләр. Моның белән *палеонтология* фәне шөгыльләнә. Өйрәнүне һәм тасвирлауны җиңеләйтү өчен, Җирнең бөтен тарихы дәвамлылыгы, климаты, геологик процессларның интенсивлыгы, бер төркем организмнарның барлыкка килүе һәм икенчеләренең юкка чыгуы һ. б. белән бер-берсеннән аерылып торган чорларга бүленә. Геологик елъязмада бу вакыт дәверләре үзендә казылма калдыклар булган төрле утырма токымнар катламнарына туры килә. Утырма токым катламы никадәр тирән урнашса (әлбәттә, әгәр тектоник эшчәнлек нәтиҗәсендә катламнар әйләндереп капланмаган очракта), андагы казылмалар шулкадәр борынгырак була. Табылдыкларның яшен болай билгеләү— *чагыштырмача.* Моннан тыш, организмнарның теге яки бу төркемнәренең дөньяга килүе, аның геологик елъязмада күренүенә караганда иртәрәк булуын истә тотарга кирәк. Йөз миллион еллардан соң аның вәкилләрен казылмаларда табу өчен, ул төркем шактый күп санлы булырга тиеш.

Бу дәверләрнең атамалары грекчадан алынган. Иң дәвамлы шундый бүлекчәләре—*эоннар*, алар ике—*криптозой* (яшерен тереклек) һәм *фанерозой* (ачык тереклек). Эоннар эраларга бүленә (71 нче рәсем). Криптозойда ике эра—*архей* (иң борынгы) һәм *протерозой* (беренчел тереклек). Фанерозой өч эрадан тора—*палеозой* (борынгы тереклек), *мезозой* (урта тереклек) һәм *кайнозой* (яңа тереклек). Үз чиратында эралар *чорларга*, чорлар кайчак ваграк өлешләргә бүленә. Эраларга һәм чорларга чынбарлыкта нинди вакыт аралыгы туры килгәнен белү өчен, тау токымнарындагы һәм организмнар калдыкларындагы төрле химик элементлар изотопларының микъдарын билгелиләр. Изотопларның таркалу тизлеге даими һәм билгеле зурлык булганлыктан, табылган казылмаларның *абсолют* яшен белергә мөмкин. Теге яки бу дәвер бездән никадәр ерак торса, аның яше дә шулкадәр азрак төгәллек белән билгеләнә.

§55. Криптозойда тереклекнең үсеше

Галимнәр уйлавынча, Җир планетасы 4,5—7 млрд ел элек формалаша. 4 млрд ел чамасы элек Җир кабыгы суына башлый һәм ката, Җир йөзендә тере организмнарның үсешенә мөмкинлек бирүче шартлар барлыкка килә. Бу беренче организмнар беркүзәнәклеләр була, аларның каты тышчасы булмый, шуңа күрә тереклек эшчәнлекләренең эзләрен

табу бик читен. Озак кына еллар галимнәр Җир үзенең яшәү дәверендә шактый вакыт җансыз чүл булган дип исәпләп килделәр, һәм бу гаҗәп түгел. Криптозойга Җир тарихының якынча $^7/_8$ се туры килүенә карамастан, бу эонны интенсив өйрәнү XX гасыр уртасында гына башланды. Тикшеренүләрнең хәзерге методларын — электрон микроскоп, компьютер томографиясе, молекуляр биология методларын куллану Җирдә тереклекнең алда уйланганнан шактый борынгырак булуын ачыкларга мөмкинлек бирде. Җирдә билгеле булган иң борынгы утырма токымнарда (аларның яше 3,8 млрд ел) тере организмнар составына керү ихтималы булган матдәләр табылды.

Архей. Архей — иң борынгы эра, ул 3,5 млрд ел элек башлана һәм 1 млрд ел чамасы дәвам итә. Ул вакытта Җирдә инде цианобактерияләр шактый күп санлы була, аларның тереклек эшчәнлегенең ташка әверелгән продуктлары — *строматолитлар* — күп микъдарда табылды. Австралия һәм Америка тикшеренүчеләре ташка әверелгән цианобактерияләрнең үзләрен дә таптылар. Шул рәвешле, архейда инде үзенә бертөрле «прокариотик биосфера» яши. Цианобактерияләргә тереклек эшчәнлеге өчен, гадәттә, кислород кирәк. Атмосферада әле кислород булмаган, күрәсең, аларга Җир кабыгында барган химик реакцияләр вакытында аерылып чыккан кислород җиткәндер. Мөгаен, анаэроб прокариотлардан торган биосфера тагын да иртәрәк яшәгәндер. Архейның иң мөһим вакыйгасы булып фотосинтез барлыкка килү тора. Әмма беренче фотосинтетикларның нинди организмнар булуы безгә билгесез. Фотосинтезның иң беренче дәлиле булып углеродлы минераллар тора, аларда изотопларның нисбәте нәкъ менә фотосинтез процессы аша узучы углерод өчен үзенчәлекле. Бу минералларның яше 3 млрд елдан артык. Фотосинтез барлыкка килүнең Җирдә тереклекнең алга таба үсеше өчен әһәмияте зур була. Биосфера бетмәс-төкәнмәс энергия чыганагы ала, ә атмосферада кислород туплана башлый (71 нче рәсемне карагыз). Атмосферада кислород микъдары әле озак вакыт түбән булып кала, әмма алга таба аэроб организмнарның көчле үсеше өчен алшартлар туа.

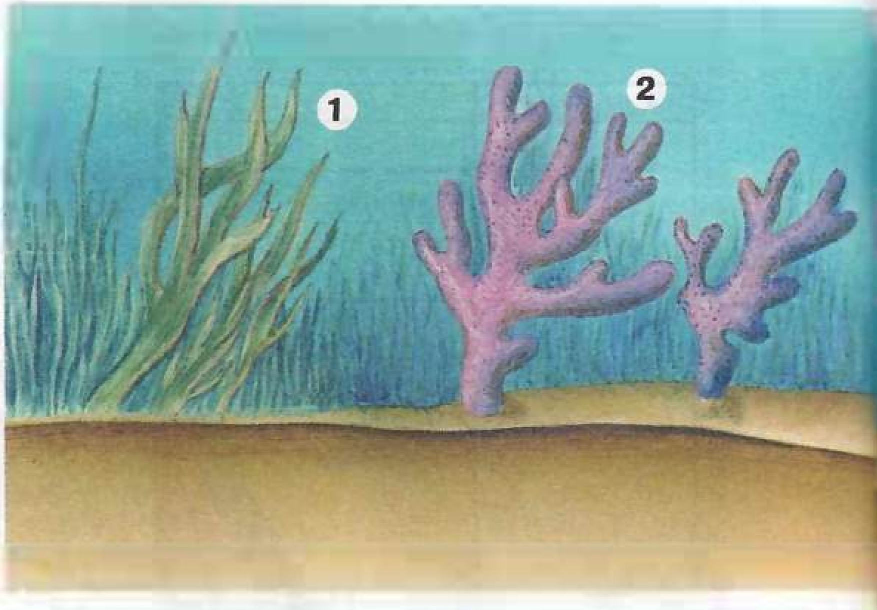
Протерозой. Протерозой — Җир тарихында иң озын эра. Ул 2 млрд елдан артык дәвам итә. Протерозой башланганнан соң, якынча 600 млн ел вакыт узгач, 2 млрд ел чамасы элек кислород микъдары «Пастер ноктасы»на җитә — безнең чор атмосферасындагы микъдарының 1 % ы чамасы. Галимнәр әйтүенчә, кислородның мондый концентрациясе бер күзәнәкле аэроб организмнарның тотрыклы тереклек эшчәнлеген тәэмин итү өчен җитә. Атмосферада кислородның микъдары акрын, ләкин даими артуы күзәнәк сулавы камилләшүгә, оксидлаштырулы фосфориллау барлыкка килүгә булышлык итә. Оксидлаштырулы фосфориллау, анаэроб гликолизга караганда углеводлар энергиясен утильләштерүнең шактый нәтиҗәлерәк ысулы буларак, үз чиратында аэроб организмнарның күпләп үрчүенә һәм төрлелеге артуга китерә. Атмосферада кислород туплану стратосферада озон экраны формалашуга сәбәп була, ул, үтергеч ультрашәмәхә нурлардан саклап, коры җирдә принципиаль рәвештә тереклеккә яшәргә мөмкинлек бирә. Прокариотлар — бактерияләр һәм бер күзәнәкле суүсемнәр,

71 нче рәсем. **Җирдә тереклек үсешенең тарихы һәм хәзерге атмосфера формалашу**

күрәсең, коры җирдә дә, сулык тирәләрендәге өлешчә су баса торган зоналарда минераль кисәкчекләр арасындагы су элпәләрендә яшәгәннәрдер. Аларның тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә туфрак ясалган.

Эукариотлар барлыкка килү шулай ук мөһим вакыйга була. Аның кайчан булуы билгесез, чөнки аны билгеләү бик читен. Молекуляр дәрәҗәдә тикшеренүләр кайбер галимнәргә эукариотларның да, прокариотлар кебек үк, борынгы булулары мөмкин дип уйларга нигез бирә. Геологик елъязмада исә эукариотларның эшчәнлек билгеләре якынча 1,8—2 млрд ел элек булган дәвергә туры килә. Беренче эукариотлар бер күзәнәкле организмнар була. Күрәсең, эукариотларның

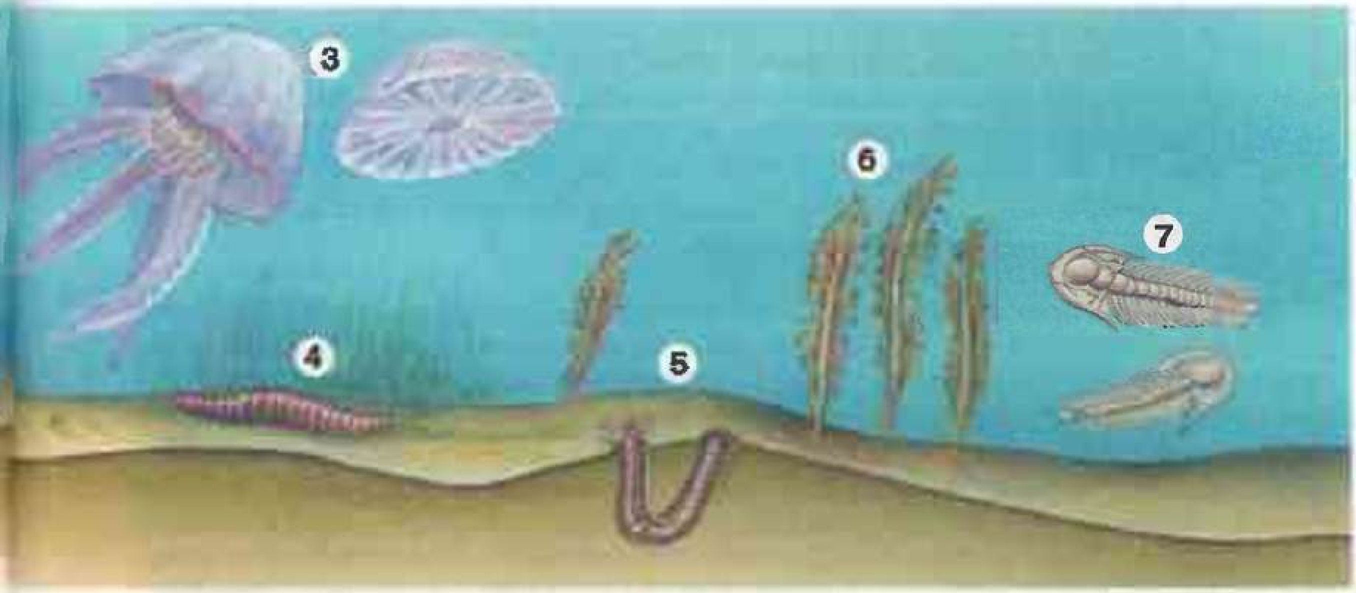
72 нче рәсем. Протерозой азагында флора һәм фауна. *1* — күп күзәнәкле суүсем; *2* — болытсыман (губка); *3* — медуза; *4* — шуышучы бөҗралы суалчан; *5* — утырып торучы бөҗралы суалчан; *6* — сигез нурлы мәрҗән полибы; *7* — систематикадагы урыны билгесез иң гади буынтыгаяклылар



төп билгеләре — митоз, мембрана органеллалары булу аларда да формалашкандыр. Иң мөһим ароморфозларның берсен — җенси үрчү барлыкка килүне дә 1,5—2 млрд ел элек булган дәвергә кайтарып калдыралар.

Тереклек үсешендә мөһим этап булып күпкүзәнәклелек барлыкка килү тора. Бу вакыйга тере организмнарның төрлелеге артуга, аларның эволюциясенә көчле этәргеч бирә. Күпкүзәнәклелек бер организм чикләрендә күзәнәкләрнең специальләшүенә, тукымалар һәм органнар, шул исәптән сизү органнары, азыкны эзләп табу, хәрәкәт барлыкка килү өчен мөмкинлек тудыра. Бу өстенлекләр организмнарның киң таралуына, мөмкин булган барлык экологик нишаларның үзләштерелүенә һәм ахыр чиктә «прокариотик»ка алмашка килгән хәзерге биосфера формалашуына булышлык итә. Беренче күп күзәнәкле организмнар протерозойда кимендә 1,5 млрд ел элек барлыкка килә. Ләкин, кайбер галимнәр исәпләвенчә, бу шактый иртәрәк — 2 млрд ел чамасы элек була. Болар, мөгаен, суүсемнәр булгандыр.

Хайваннарның төрлелеге кинәт арту. Протерозой азагы, моннан якынча 680 млн ел элек, күп күзәнәкле организмнарның төрлелеге кинәт арту һәм хайваннар барлыкка килү белән билгеләнә (72 нче рәсем). Бу чорга кадәр яшәгән күпкүзәнәклеләрнең калдыклары сирәк табыла. Алар үсемлекләрдән торган һәм гөмбәләр булуы да мөмкин. Протерозой азагында барлыкка килгән фауна Көньяк Австралиядәге төбәк исеме буенча эдиакар фаунасы дип йөртелә. XX гасыр уртасында 650 — 700 млн еллык катламнарда хайваннарның беренче эзләре табыла. Соңрак шуңа охшаш табылдыклар башка материкларда да очрый. Болар барысы да протерозойда аерым бер чорны бүлеп күрсәтү өчен нигез булып тора. Аны Ак диңгез буенда шушы фауна вәкилләре



күплəп табылган урында яшəүче славян кабилəлəренең берсенең исеме буенча *венд* дип атап йөртəлəр. Венд якынча 110 млн ел дəвам итə. Моңа кадəрге эпохалар белəн чагыштырганда, шушы кыска гына вакыт эчендə эчəккуышлылар, суалчаннар, буынтыгаяклылар типларына керүче күп күзəнəкле хайваннарның күп санлы төрле төрлəре килеп чыга. Бу хайваннарның кайберлəренең озынлыгы 1 м га җитə, күрəсең, алар, медузалар кебек, койка сыман булганнардыр. Венд-эдиакар фаунасының хайваннарына хас үзенчəлек — аларда бернинди скелет та булмый. Ихтимал, əле ул чакта ерткычлар булмагандыр һəм алардан саклануның кирəге чыкмагандыр.

Төрлелекнең болай кинəт артуы нəрсəгə бəйле соң? Галимнəр уйлавынча, протерозой азагында планетабыз зур үзгəрешлəр кичерə. Бик югары гидротермаль активлык була, тау ясалу бара, бозланулар климат җылынуы белəн алмашына. Атмосферада кислородның микъдары арта. Кислородның хəзерге дəрəҗəсеннəн 5—6% ка кадəр артуы, күрəсең, шактый эре күп күзəнəкле хайваннарның тереклеге өчен уңай булгандыр. Яшəү тирəлегендəге бу үзгəрешлəр, мөгаен, яңа типлар барлыкка килүенə һəм аларның көчле үсеш алуына китергəндер. Җирдə тереклек тарихының 85% тан артык вакытын үз эченə алган криптозой — «яшерен тереклек» эоны тəмамлана, һəм яңа этап — фанерозой башлана.

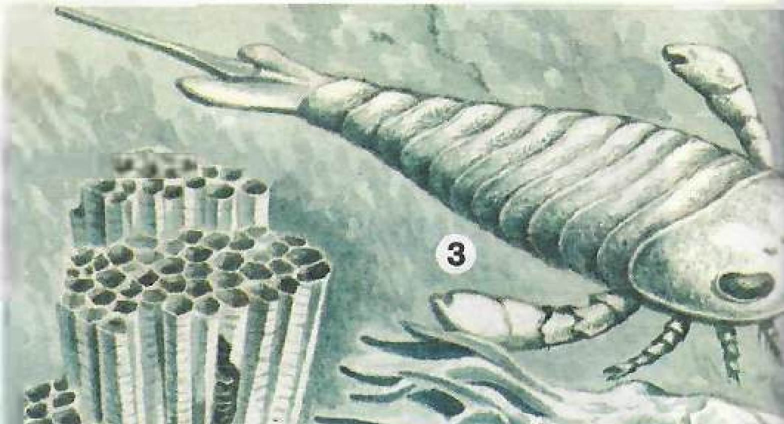
- 1. Палеонтологик табылдыкларның чагыштырмача һəм абсолют яше ничек билгелəнə?
- 2. Бер күзəнəкле организмнар эволюциясендə нинди төп ароморфозларны күрсəтергə була?

▶ 3. Җирнең геологик тышчалары үзгәрүенә тере организмнарның тереклек эшчәнлеге ничек итеп йогынты ясаган?
● 4. Протерозой азагында күп күзәнәкле хайваннарның төрлелеге кинәт артуны нәрсә белән аңлатырга мөмкин?

§ 56. Палеозой башланган чорда тереклекнең үсеше (кембрий, ордовик, силур)

Палеозой эрасы үзеннән алда килгән эралардан шактый кыскарак, ул 340 млн ел чамасы дәвам итә. Протерозой азагында бердәнбер суперконтинентны тәшкил иткән коры җир экватор тирәсендә төркемләшкән аерым материкларга бүленә. Бу, яр буйларында тере организмнар таралып яшәү өчен, вак районнар барлыкка килүгә китерә.

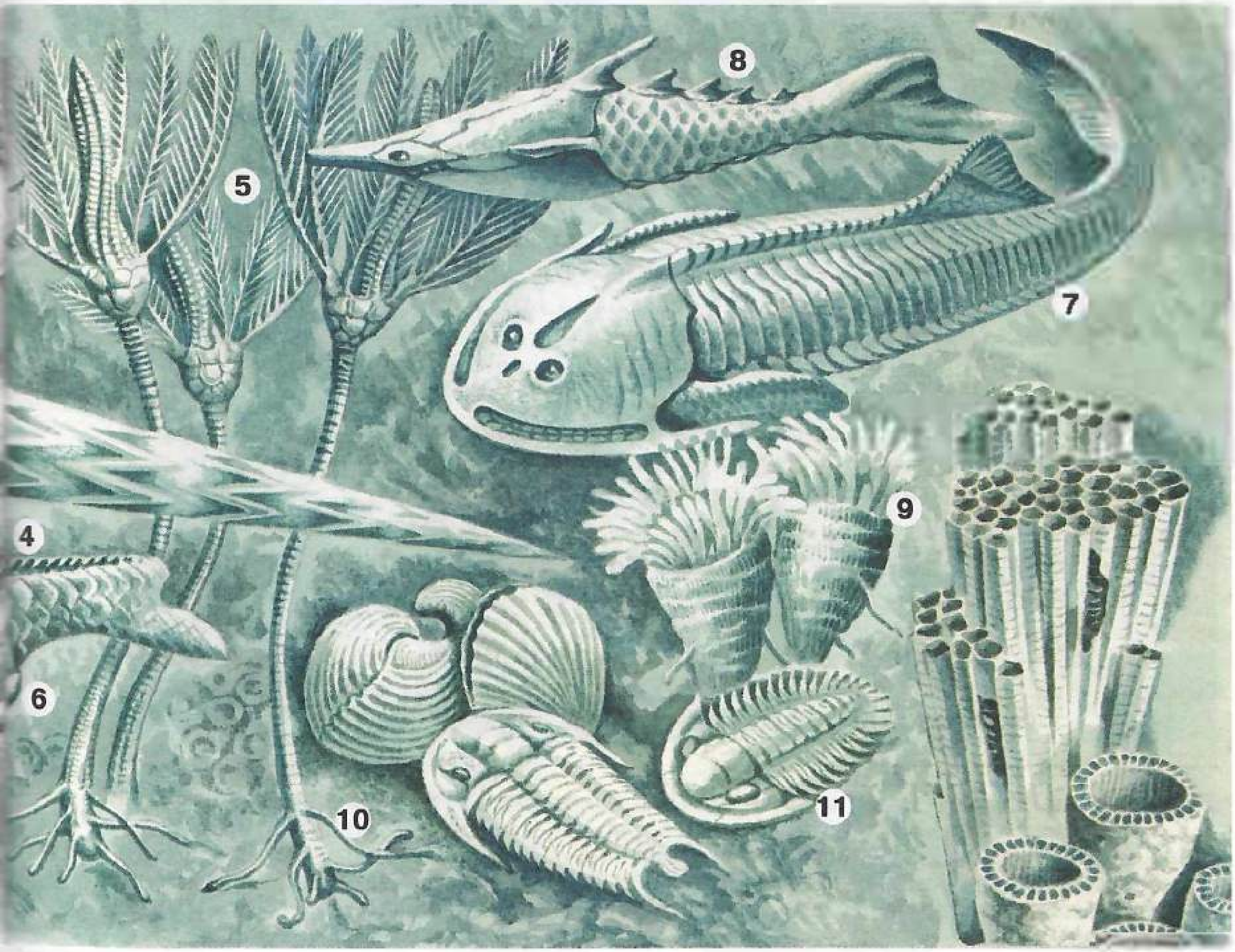
Палеозой башланганда, кайбер хайваннарда тышкы органик яки минераль скелет ясала. Аның калдыклары утырма токымнарда саклаңган. Менә ни өчен палеозойның беренче чорыннан — кембрийдан — башлап палеонтологик елъязма шактый тулы һәм чагыштырмача тоташ.



73 нче рәсем. Палеозой башланган чор (кембрий, ордовик, силур) фаунасы.
1 — археоциатлар колониясе; *2* — силурда яшәгән мәрҗән полибының скелеты; *3* — силур чорында диңгезләрнең сай култыкларында тереклек итүче гигант кысла-чаян; *4* — башаяклы моллюск; *5* — диңгез лилияләре; *6, 7, 8* — иң борынгы умырткалы панцирьлы казнасызлар; *9* — ялгызак мәрҗән полиплары (кораллар); *10, 11* — иң гади кысласыманнар — трилобитлар; *12* — силур чорында яшәгән башаяклы моллюск кабырчыгы

Кембрий. Кембрийның климаты уртача, материклар түбәнлекләрдән торган. Кембрийда хайваннар һәм үсемлекләр, нигездә, диңгезләрдә тереклек итә. Коры җирдә элеккечә бактерияләр һәм зәңгәрсу-яшел суүсемнәр яши.

Кембрий чоры умырткасыз хайваннарның яңа типларына караган вәкилләре тиз таралу белән билгеле, аларның күбесенең известь яки фосфат скелеты була (73 нче рәсем). Галимнәр моны ерткычлык барлыкка килү белән бәйлиләр. Бер күзәнәкле хайваннар арасында күп санлы *фораминифералар* — известь яки ком бөртекләреннән укмашкан кабырчыгы булган иң түбән төзелешлеләрнең вәкилләре була. *Болытсыманнар* бик төрлелеккә ирешә. Диңгез төбендә, утрак рәвештә тереклек итүче хайваннар белән беррәттән, төрле-төрле хәрәкәтчән организмнар да: ике кабырчыклы, корсагаяклы һәм башаяклы моллюсклар, кембрийда ук буынтыгаяклыларга башлангыч биргән боҗралы суалчаннар яши. Иң борынгы *буынтыгаяклылар* — трилобитлар — тән формасы белән хәзерге кысласыманнарның бер вәкилен — лайлачны хәтерләтә.



Ордовик. Ордовикта диңгезләрнең мәйданы арта. Аларда *яшел, көрән* һәм *кызыл суүсемнәрнең* гаять күп төрләре үсә. Мәрҗән полиплары барлыкка килү тизләшә. Башаяклы һәм корсагаяклы моллюскларның шактый төрләләнүе күзәтелә. Ордовикта беренче тапкыр *хордалылар* күренә башлый. Болытсыманнар һәм кайбер ике капкачлы моллюскларның төрләре кими.

Силур. Таулар ясалу тизләшә бару нәтиҗәсендә, сай сулы җылы диңгезләрнең шактый мәйданнарында коры җирләр калкып чыга; климат нык корылана.

Силур азагында үзләренә бертөрле буынтыгаяклылар — *кыслачаяннар* тарала башлый. Диңгезләрдә башаяклы моллюскларның күбәюе ордовик һәм силурга туры килә. Умырткасызларның яңа вәкилләре — *энәтирелеләр* күренә башлый.

Силур диңгезләрендә беренче чын умырткалылар — ***панцирьлы казнасызлар*** күпләп үрчи башлый. Тән формасы белән алар балыкларны хәтерләткән, ләкин башка класска кергән. Аларның тәне ерткычлардан саклаучы берничә пластинкадан торган массив панцирь белән капланган була. Бу класс вәкилләре — миногалар — безнең көннәргә кадәр сакланган.

Силур азагында — девон башында *коры җир үсемлекләре* тиз үрчи башлый. Беренче коры җир үсемлекләренең чын яфраклары булмаган, алар төзелешләре буенча үзләренә башлангыч биргән күп күзәнәкле яшел суүсемнәрне хәтерләткән. Коры җирдә югары төзелешле үсемлекләр күренә башлаганчы, бактерия һәм зәңгәрсу-яшел суүсемнәр, судан чыгып, туфрак ясалган була.

Хайваннар да шулай ук коры җиргә чыга. Иң беренчеләрдән булып буынтыгаяклылар тибына кергән *үрмәкүчләр* коры җирдә тереклек итүгә күчә. Атмосферада кибүдән аларны хитин панцирь саклый.

Силур азагында башланган таулар ясалу чоры климатны һәм организмнар өчен яшәү шартларын кабат үзгәртә.

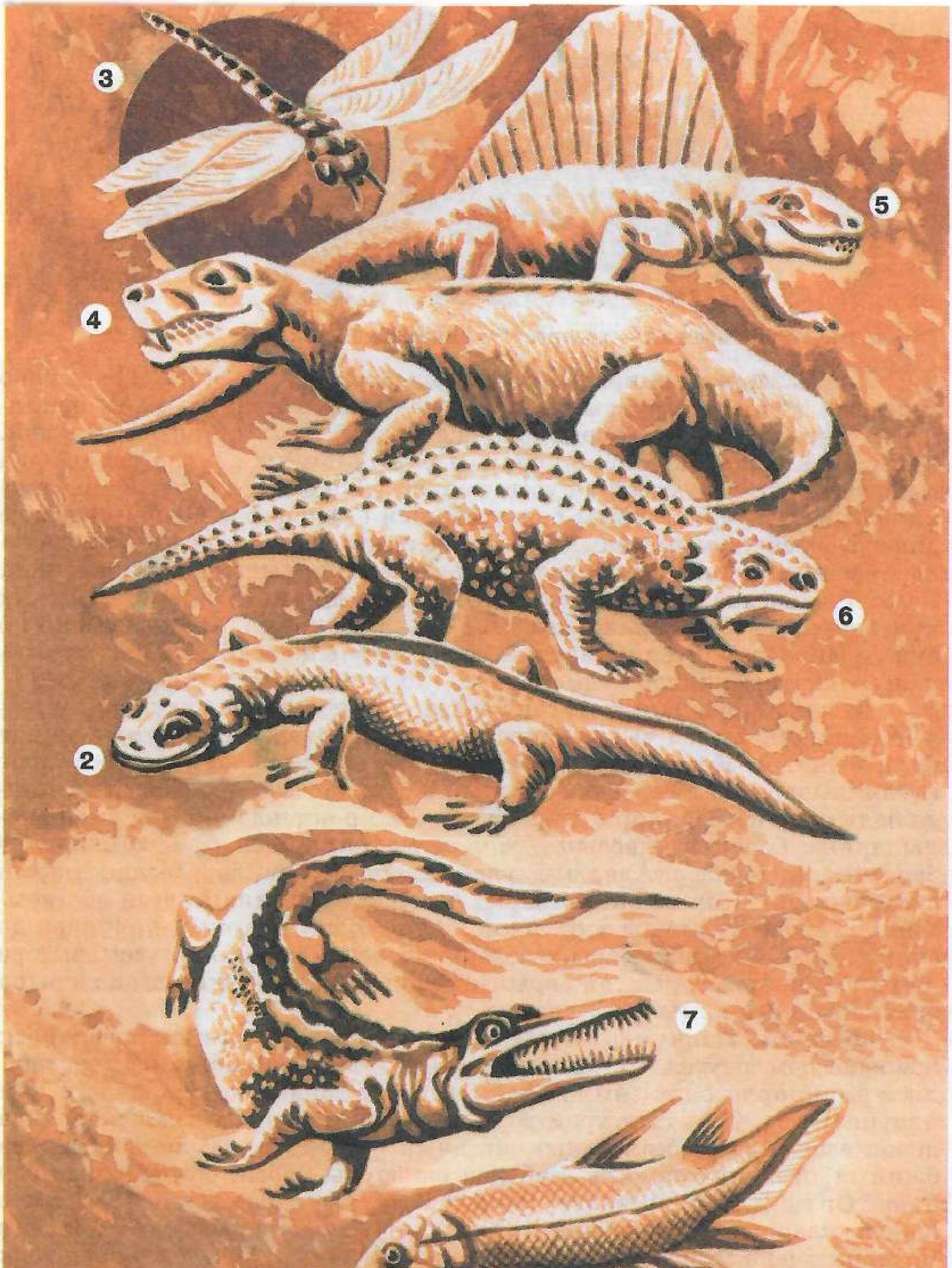
1. Кембрий һәм ордовикта нинди иң зур ароморфозлар булган?
2. Нинди ароморфозлар үсемлекләрнең сай сулыкларда, ә аннан соң коры җирдә үсә башлавына мөмкинлек биргән?

§ 57. Палеозой ахырында (девон, карбон, пермьдә) тереклекнең үсеше

Девон. Диңгезләр чигенеп коры җирләр күтәрелеп калу нәтиҗәсендә, девонда климат силурдагыга караганда континентальрәк була. Девонда чүл һәм ярымчүл өлкәләре барлыкка килә.

---

74 нче рәсем. Палеозойның икенче яртысындагы (девон, карбон, пермь) фауна. *1* — чукканатлы балык (девон); *2* — иң борынгы җир-су хайваны — стегоцефал (карбон); *3* — чикерткә (карбон); *4* — иң борынгы сөйрәлүче хайван — ерткыч кәлтә иностранцевий (пермь); *5* — төрле азык белән тукланучы кәлтә — диметродон (пермь); *6* — үлән белән тукланучы кәлтә — парейазавр (пермь); *7* — балык белән тукланучы кәлтә (пермь)


3
5
4
6
2
7
1

75 нче рәсем. Латимерия — хәзерге чукканатлы балык

Диңгезләрдә, панцирьлы казнасызларны кысрыклап, чын балыклар тереклек итә. Алар арасында кимерчәкле балыклар (хәзерге вәкилләре — акулалар) йөзеп йөри, сөяк скелетлы балыклар күренә башлый. Сай сулыкларда ике төрле сулаучы балыклар яши, алар саңак аша гына түгел, йөзү куыгыннан үсеп чыккан үпкә белән дә сулый. Девонда килеп чыккан чукканатлы балыкларның (74 нче рәсем) җир өстендә яшәүче беренче умырткалыларның очлыкларына гомологик пар йөзгечләре була. Чукканатлы балыкларны, палеозой ахырында бетә башлап, мезозой ахырына бөтенләй юкка чыкканнар дип исәплиләр иде. Ләкин күптән түгел (1938 елдан башлап) Көньяк Африка һәм Мадагаскар яр буйларында хәзерге чукканатлы балыкларның «чын тере табылдыклары» — латимерияләр ятьмәгә эләгә (75 нче рәсем).

Девонда коры җирдә гигант абага, наратбаш һәм плауннардан беренче урманнар үсеп чыга. Хайваннарның яңа төркемнәре коры җирне били башлый. Коры җиргә күчкән буынтыгаяклыларның вәкилләре күбаяклыларга һәм беренче бөҗәкләргә башлангыч бирә. Девон азагында балыклар нәселе, коры җиргә күчеп, җир өстендә яшәүче умырткалыларның беренче классын — *җир-су хайваннарын (амфибияләрне)* барлыкка китерәләр. Алар әле судан аерылып бетмиләр, уылдыкларын суга чәчәләр. Җир-су хайваннары, девонда барлыкка килгән абагасыманнар кебек үк, сулы тирәлеккә бәйле була, аларның үрчүләре дә суда уза. Шуңа күрә югары төзелешле беренче коры җир үсемлекләре һәм хайваннары, сулыктан аерылып, коры җирнең эчке массивларына еракларга китә алмый.

Карбон. Ташкүмер чорында, яки карбонда, климат сизелерлек җылына һәм дымлылык арта төшә. Эссе, тропика тибындагы сазлыклы урманнарда биек (40 м биеклегендәге) абагалар, наратбаш һәм плауннар үсә. Спорадан үрчи торган бу үсемлекләрдән тыш, карбонда девон азагында ук килеп чыккан ачык орлыклы үсемлекләр тарала башлый. Аларның орлыгы кибүдән саклаучы кабык белән капланган була. Орлыктан үрчү әлеге процессны сулы тирәлектән бәйсез итә (споралыларның үрчүе өчен кирәкле шарт). Бу ароморфоз үсемлекләргә материк эченә үтәргә мөмкинлек бирә. Агаччыл үсемлекләрнең нык үсеш алуы карбонда корыган үсемлекләрдән калын ташкүмер катламнары барлыкка килүгә китерә.

Дымлы һәм җылы сазлыклы урманнарда иң борынгы җир-су хайваннары — стегоцефаллар — киң тарала һәм күптөрлелеккә ирешә. *Канатлы бөҗәкләрнең* иң беренче отрядлары — 10 см озынлыгындагы тараканнар, һәм кайбер төрләренең канат колачы 75 см га кадәр җиткән чикерткәләр күренә башлый.

Карбон азагында коры җирнең аз гына күтәрелүе, климатның корылана һәм салкыная төшүе сизелә башлый. Беренче сөйрәлүчеләрнең — тулысынча җир өстендә яшәүче умырткалыларның вәкилләре күренү шушы чорга туры килә. Карбон диңгезләренең тереклеге девонныкыннан әллә ни аерылмый.

Пермь. Коры җирнең һаман да күтәрелә баруы коры һәм салкын климат башлануына сәбәп була. Гөрләп үсеп утырган дымлы урманнар экватор тирәсендә генә кала, абагасыманнар акрынлап бетә бара. Аларга алмашка ачык орлыклы үсемлекләр килә.

Климатның корылыгы җир-су хайваннары стегоцефалларның бетүенә китерә. Аның каравы карбон азагында күренә башлаган иң борынгы сөйрәлүчеләр шактый төрләнә. Сөйрәлүчеләр, белгәнебезчә, йомырка салып үрчи, ә йомыркада яралгыны кибүдән саклый торган махсус сыекча катлавы була. Балыклар һәм җир-су хайваннарының уылдыклары өчен үсеш урыны су булган кебек, сөйрәлүчеләрдә һәм башка югары төзелешлеләрдә яралгы үсеше өчен әлеге сулы тирәлекне шушы сыеклык алмаштыра.

Моннан тыш, үпкәләрнең катлаулануы сөйрәлүчеләрдә кабырчык тәңкәләренең тән капламын кибүдән һәм тән аша сулаудан саклавына алшартлар тудыра. Шундый җайлашулар аркасында сөйрәлүчеләр коры җирдә киң тарала алганнар. Алар пермьдә иң югары төзелешле хайваннар группасын тәшкил иткәннәр.

Шулай итеп, палеозойда тереклек үсешенең иң әһәмиятле этабы булып күп күзәнәкле үсемлекләр һәм хайваннарның коры җирдә тереклек итүгә күчүе тора. Күп күзәнәкле үсемлекләрнең корыга чыгуы өчен җирлекне бактерияләр, зәңгәрсу-яшел суүсемнәр әзерли, ихтимал, бөтен протерозой дәвамында Җир кабыгының органик матдәләргә һәм минераль тозларга бай өске катламын — туфракны барлыкка китерүче лишайникларның да өлеше булгандыр.

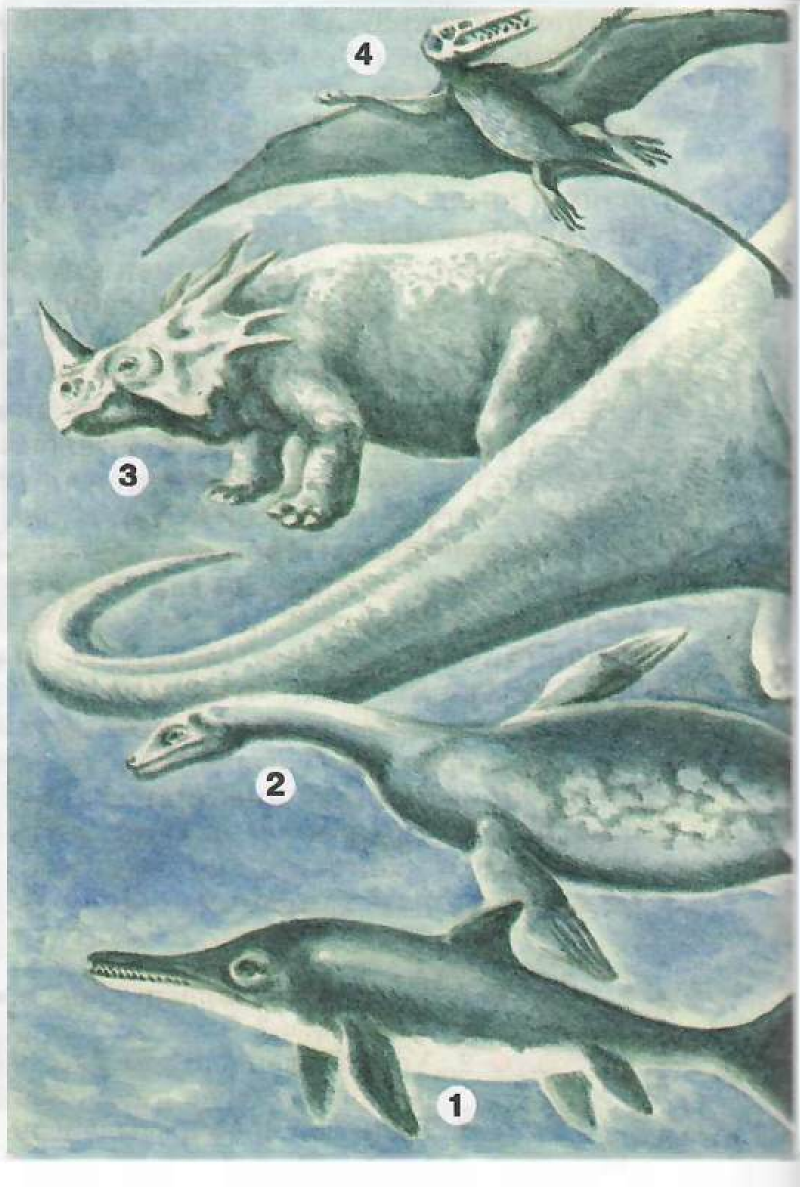
Үсемлекләрнең, буынтыгаяклылар һәм умырткалыларның коры җиргә чыгуы аларның тән төзелешенә, үрчүенә һәм сулавына да үзгәрешләр кертә. Бу үзгәрешләр үсемлекләр һәм хайваннарның төзелешендә принципиаль яңа билгеләр барлыкка килү, эволюциянең морфофизиологик прогресс юлыннан баруы белән бәйле була. Шундый принципиаль үзгәрешләр — ароморфозлар — нигезендә җир өстендә яшәүче үсемлекләр һәм хайваннар биологик прогресска ирешә.

- 1. Умырткалыларның коры җиргә чыгуына нинди шартлар булышлык иткән?
- 2. Үсемлекләрнең һәм хайваннарның коры җиргә чыгуына бәйле рәвештә, аларда нинди җайлашулар барлыкка килгән?
- 3. Палеозой ароморфозларына мисаллар китерегез.

§58. Мезозойда тереклекнең үсеше

Палеозой ахырында коры җирнең күтәрелүен һәм Урал, Алтай барлыкка килүен китереп чыгарган таулар ясалу була. Болар барысы да климатның пермьдә башланган корылыгын көчәйтә. Коры җир хәзергегә караганда зуррак мәйданны алып тора. Мезозойны бик хаклы рәвештә *сөйрәлүчеләр эрасы* (76 нчы рәсем) дип атыйлар. Аларның бик нык үрчүе, гаять киң дивергенциясе һәм үлеп бетүләре нәкъ шушы эрада була.

Триас. Триаста эчке сулыкларның мәйданы нык кими, чүл ландшафтлары киңәя. Яшәү рәвешенең аерым этаплары суга бәйле күпчелек коры җир организмнары коры климат шартларында үлеп бетә. Җир-су хайваннары белән дә нәкъ шундый хәл була, агаччыл абагалар, наратбашлар һәм плауннар тулысынча диярлек юкка чыга. Алар

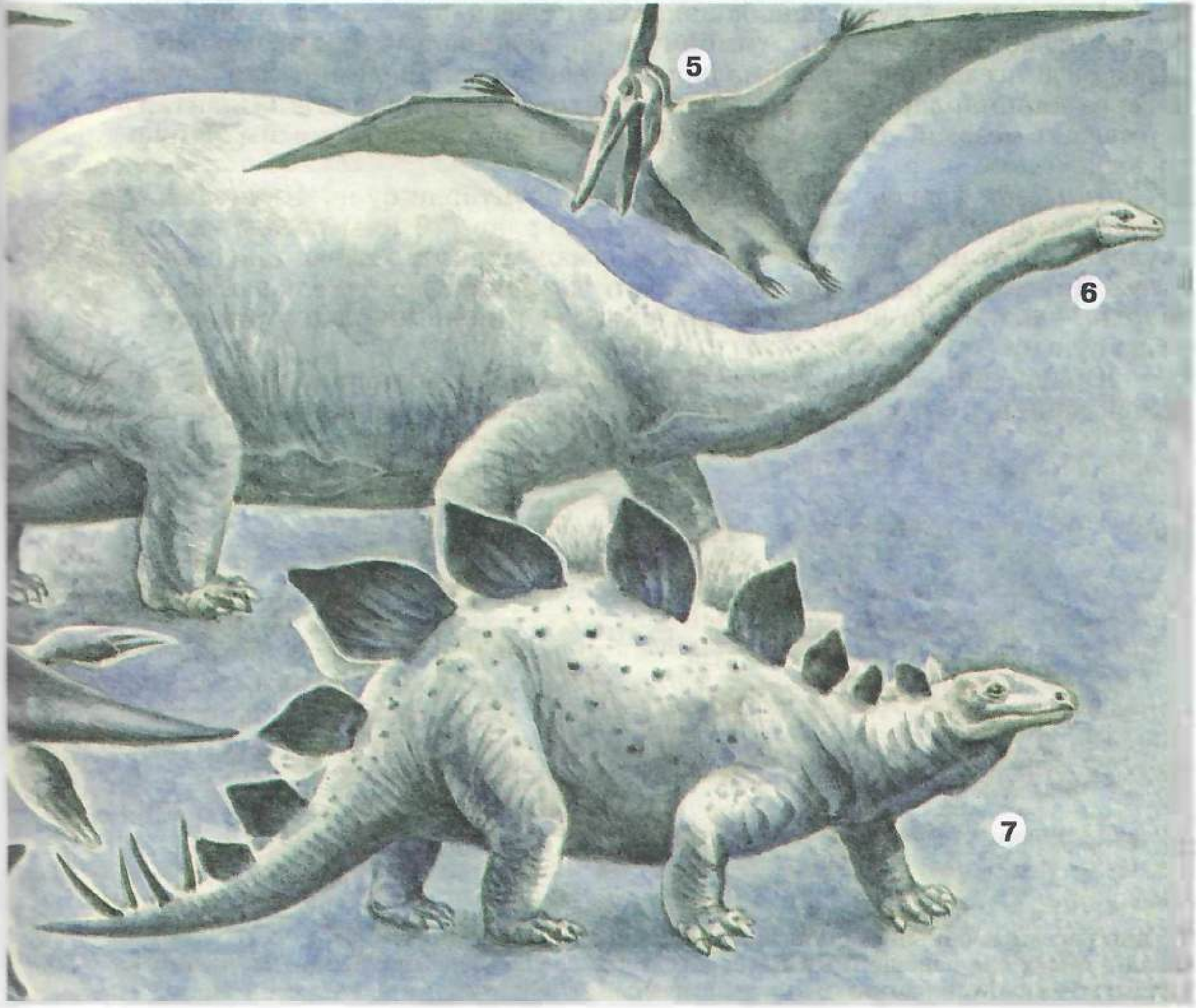


76 нчы рәсем. Мезозойда яшәгән сөйрәлүчеләр — диңгезне, коры җирне, һаваны яулап алган хайваннар.
1 — су кәлтәсе — ихтиозавр (триас); *2* — җир-су кәлтәсе — плезиозавр (акбур чоры); *3* — мөгезле динозавр — стиракозавр (акбур чоры); *4* — койрыклы очкалак кәлтә — рамфоринх; *5* — койрыксыз очкалак кәлтә — птеранодон (акбур чоры); *6* — үсемлек белән тукланучы динозавр — бронтозавр (юра чоры); *7* — үсемлек белән тукланучы динозавр — стегозавр (юра чоры)

урынына тереклек циклында суга бәйле стадиясе булмаган коры җир формалары өстенлек итә башлый. Триаста үсемлекләрдән — *ачыкорлыклылар*, хайваннардан *сөйрәлүчеләр* нык үсешкә ирешә.

Триаста яшәгән сөйрәлүчеләрдән безнең көннәргә кадәр ташбакалар, крокодиллар һәм гаттерияләр сакланып калган. Хәзерге вакытта Яңа Зеландиягә якын берничә утрауда гына сакланып калган гаттерия — чын «тере табылдык». Ул соңгы 200 млн ел эчендә бик аз үзгәрә һәм, триаста яшәгән борынгы бабаларыныкы кебек, аның баш түбәсендә өченче күз саклана. Триаста үсемлекләр белән тукланучы һәм ерткыч динозаврлар барлыкка килә. Алар уртача зурлыкта була: зурларының озынлыгы 5—6 метрга җитә, ваклары тавык зурлыгында гына була.

Диңгезләрдә кимерчәкле һәм чукканатлы балыкларның төрләре акрынлап кими барганда, сөякле балыклар арта. Башаяклы моллюсклар



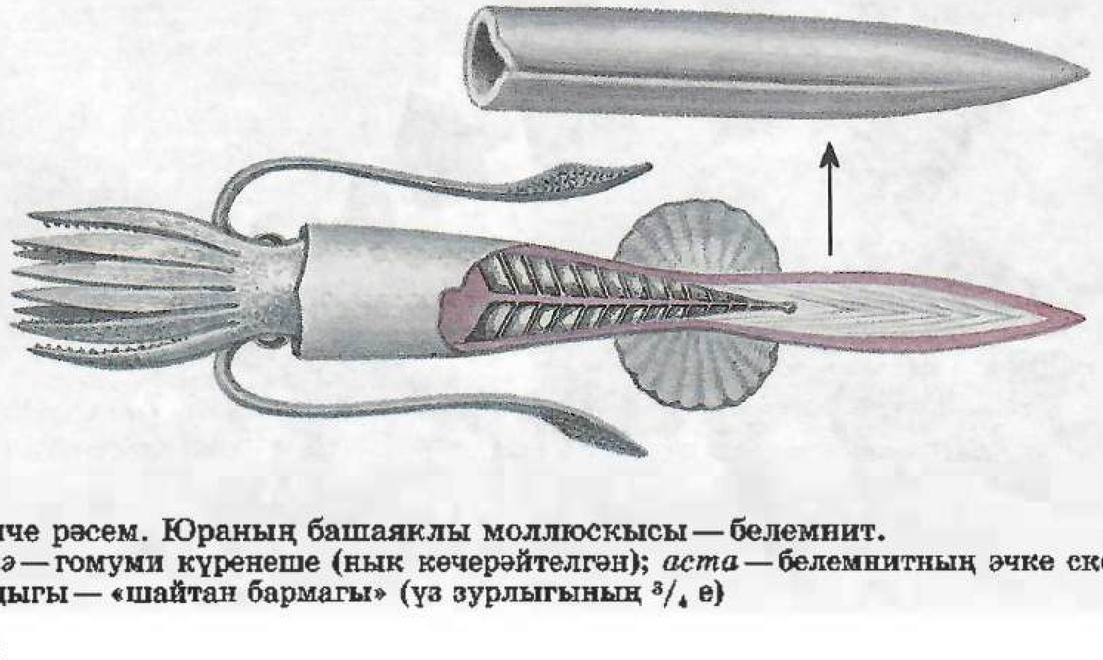
күптөрлерәк була бара. Балыкларның һәм моллюскларның нык үрчүе кайбер сөйрәлүчеләргә азыкка бай сулыкларны үзләштерергә мөмкинлек бирә. Суда яшәүче сөйрәлүчеләрдән бигрәк тә ихтиозаврлар билгеле (76 нчы рәсем), алар тән төзелеше белән акулаларны һәм хәзерге дельфиннарны нык хәтерләтә.

Сөйрәлүчеләрнең төзелешендә, ап-ачык прогрессив билгеләр белән беррәттән, камиллеккә ирешмәгән гаять әһәмиятле бер билге бар: бу — тән температурасының даими булмавы. Тирәлектә температура төшкәндә, сөйрәлүчеләр сүлпәнәяләр, катып калалар. Чагыштырмача җылы мезозойның бөтен дәвамында сөйрәлүчеләрнең тән температурасы даими булмау алар өчен әллә ни уңайсызлык тудырмый. Инде триаста ук *җылыканлыларның* беренче вәкилләре — вак иң гади имезүчеләр һәм кошлар килеп чыга. Триаста яшәгән имезүчеләр, күрәсең, хәзерге ехидна һәм үрдәкборын кебек, йомырка салып үрчегән булса кирәк.

Юра. Юрада җылы сулы диңгезләрнең мәйданы берникадәр арткан. Аларда гаять күп санда башаяклы моллюсклар — аммонитлар һәм белемнитлар йөзеп йөргән. Аммонитларның спиральсыман кабырчыгы мезозой диңгезләренең утырмаларында еш очрый. Белемнитлар бераз хәзерге кальмарларны хәтерләтә. Аларның скелет калдыгы («шайтан бармагы») мезозой диңгезләре утырмаларында бик еш очрый (77 нче рәсем).

Диңгездә яшәүче сөйрәлүчеләр гаять күптөрле була. Ихтиозаврлардан тыш, юра диңгезләрендә плезиозаврлар (76 нчы рәсем) — киң гәүдәле, озын ишкәгаяклы һәм елансыман муенлы хайваннар килеп чыга. Диңгездәге сөйрәлүчеләр үзара азык байлыгын бүлешә: плезиозаврлар азыкны яр буенда сай урыннарда, ә ихтиозаврлар ачык диңгездә аулый.

Юрада сөйрәлүчеләр һава тирәлеген үзләштерә башлый. Очучы бөҗәкләрнең күптөрлелеге алар белән тукланучы очкалак кәлтәләр



77 нче рәсем. Юраның башаяклы моллюскысы — белемнит.
Өстә — гомуми күренеше (нык кечерәйтелгән); *аста* — белемнитның эчке скелеты калдыгы — «шайтан бармагы» (үз зурлыгының 3/4 е)

үсеше өчен шартлар тудыра. Эре кәлтәләр вак очкалак кәлтәләр белән туклана башлый. Очкалак кәлтәләр (76 нчы рәсем) акбур чорының азагына кадәр яши.

Шул ук вакытта юрада үзендә сөйрәлүчеләр һәм кошлар билгеләрен сәер берләштергән археоптерикслар киң тарала. Археоптерикснең башы (78 нче рәсем) кәлтә башын хәтерләтә, канатларында тырнаклы бармаклар саклана, озын койрыгы була. Ләкин, шундый примитив билгеләр белән бергә, археоптериксларның хәзерге кошларга охшаш билгеләре дә була: тәннәре үзгәргән кабырчык тәңкәләрдән килеп чыккан каурыйлар белән капланган.

78 нче рәсем. Юра археоптериксы. Тышкы күренешенең реконструкциясе

Юрада коры җирдә үсемлекләр белән тукланучы гигант динозаврлар очрый. Аларның кайберләренең гәүдә озынлыгы 30 метрга җитә (76 нчы рәсем). Аларны аулый торган динозаврлар тагын да зуррак була.

Имезүчеләр дә камилләшүләрен дәвам итәләр. *Сумкалылар* һәм имезүчеләрнең иң прогрессив тармагы — *плацентальлар* барлыкка килә.

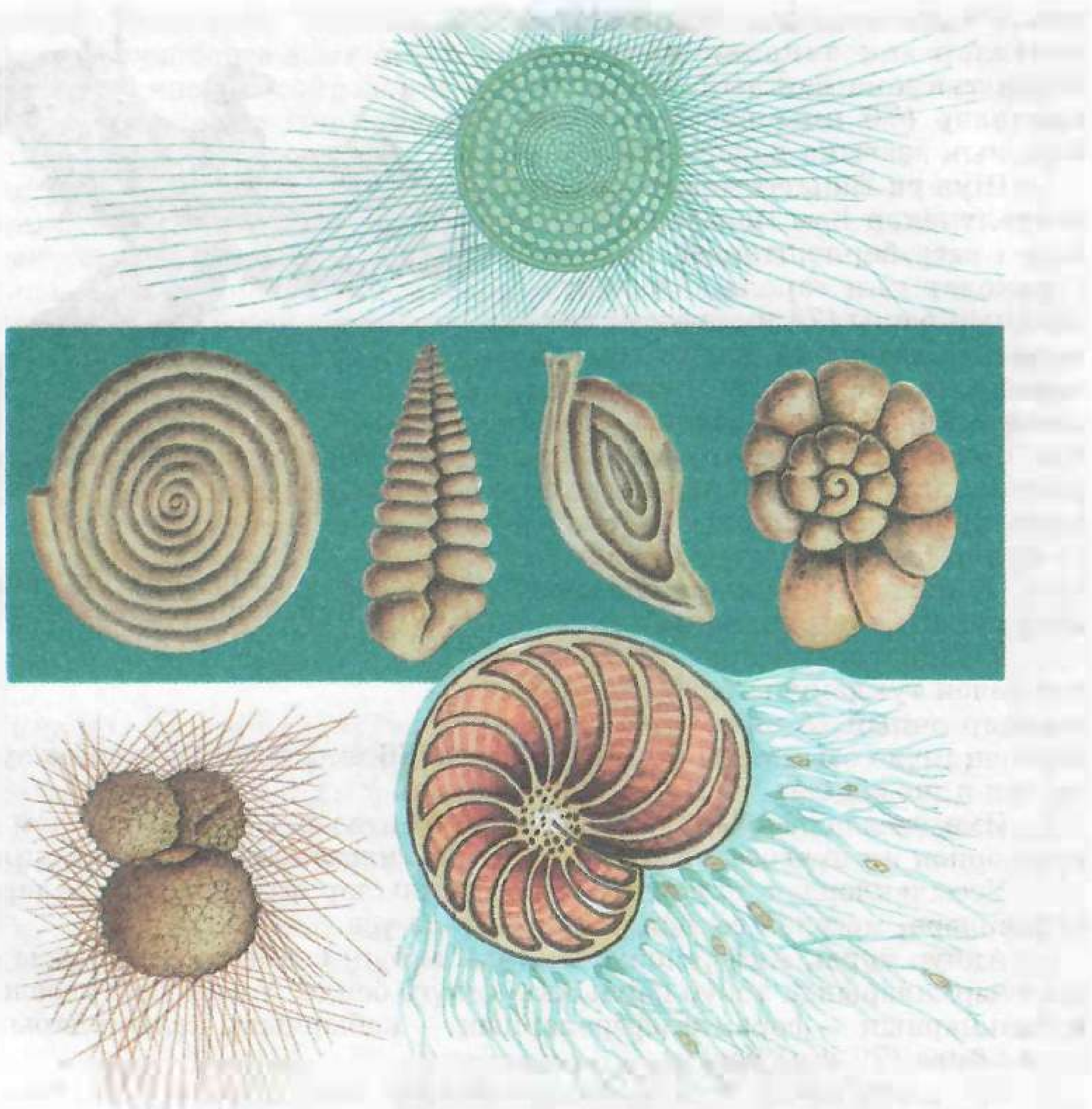
Үсемлекләрдән бу чорда ачыкорлыклылар өстенлек итә. Аларның кайберләре, мәсәлән секвойялар, хәзер дә үсә.

Акбур чоры. Акбур чорының (яки акбур) исеме ул замандагы диңгез утырмаларында акбур барлыкка килүгә бәйле. Ул иң гади төзелешле хайваннарның — фораминифераларның — кабырчыгы калдыкларыннан хасил була (79 нчы рәсем).

Бу чорда *ябык орлыклы* үсемлекләр килеп чыга һәм, бик тиз таралып, ачыкорлыклыларны кысрыклый.

Акбур чорында сөйрәлүчеләрдән яңа динозаврлар килеп чыга. Аларның кайберләре арт аякларына басып йөри һәм тәвә кошларын хәтерләтә; элеккечә гигант формалары да очрый. Ерткыч сөйрәлүчеләрдән саклану өчен, үсемлекләр белән тукланучы кайбер динозаврлар гигантлык юнәлешен ала, икенчеләренең исә саклану өчен мөгезләр һәм сөяк калканнар барлыкка килә. Үсемлекләр белән тукланучы кайбер динозаврлар бераз мөгезборыннарны хәтерләтә. Очкалак кәлтәләр гаять күптөрле була (76 нчы рәсем).

Кошларның әле һаман да тешләре була, ләкин башка яклары белән хәзерге кошлардан әллә ни аерылмый. Акбур чорының икенче яртысында имезүчеләрнең төрлелеге арта. Баланың ана карынында озак үсүе, эмбрионның туклануы ана белән баланың кан әйләнешен бәйләнештә тотучы плацента аша тәэмин ителү — имезүчеләрнең үзгәреп торган яшәү шартларына мөһим җайлашулары ул.



79 нчы рәсем. **Фораминифералар.**
Өстә һәм *аста* — тере формалары; *уртада* — акбур хасил итүче үлеп беткән формаларының скелеты

Сөйрәлүчеләрнең тән температурасы даими булмау һәм йомырка салып үрчүләре аларны тирәлек температурасы үзгәрү белән зур бәйлелеккә китерә, аларның поляр өлкәләргә үтеп керү мөмкинлекләрен чикли. Имезүчеләр исә тере бала тудыруы, балалары турында кайгыртуы һәм җылы канлы булуы белән тирәлек шартларына сөйрәлүчеләргә караганда азрак бәйле булалар. Болар барысы да кайнозойда сөйрәлүчеләрнең өстенлек итүе туктавына һәм аларга алмашка имезүчеләр килүенә китерә. Тере бала тудыру һәм җылыканлылык имезүчеләрнең прогрессын тәэмин итүче ароморфозлар булалар.

Бөҗәкләрнең киң таралуы һәм беренче ябык орлыклы үсемлекләрнең барлыкка килүе тора-бара алар арасында бәйләнеш урнашуга китерә. Ябыкорлыклыларның үзенең төсе, исе һәм нектары белән бөҗәкләрне җәлеп итүче үрчү органы — *чәчәге* барлыкка килә. Бөҗәкләр, нектар белән тукланап, серкәләрне күчерүчеләр булып китәләр. Серкәләрне бөҗәкләр күчерү җил серкәләндерүгә караганда гаметаларның азрак югалуына китерә. Гаметаларның урынлы файдаланылуы күп кенә умырткалыларда да күзәтелә. Тышкы аталануда (балыклар, җир-су хайваннары) эчке аталанудагыга (сөйрәлүчеләр, кошлар, имезүчеләр) караганда гаметалар күбрәк үлә.

Акбур чоры азагында климат кискен континенталь якка һәм гомуми салкынаюга таба үзгәрә. Диңгезләрдә аммонитлар һәм белемнитлар, ә соңрак алар белән тукланучы диңгез кәлтәләре — плезиозаврлар һәм ихтиозаврлар да үлеп бетә. Коры җирдә дым яратучан үсемлекләр азая, бу алар белән тукланучы динозаврларның юкка чыгуына китерә; ерткыч динозаврлар да үлеп бетә. Сөйрәлүчеләрдән экватор өлкәләрендә генә эре формалар — крокодиллар, ташбака һәм гаттерияләр сакланып кала. Исән калган сөйрәлүчеләрнең күпчелеге (кәлтәләр, еланнар) зур булмый.

Кискен континенталь климат һәм гомуми салкынаю шартларында *җылыканлылар* — кошлар һәм имезүчеләр зур өстенлек ала, аларның киң таралуы аннан соңгы эрага — кайнозойга туры килә.

▶ 1. Эволюцион теориянең төп положениеләренә нигезләнеп, мезозойда организмнарның яңа төрләре һәм яңа яшәү тирәлегенә җайлашуларның килеп чыгуы турында аңлатыгыз.

▶ 2. Мезозойда күзәтелгән биологик регресска мисаллар китерегез.

● 3. Мезозойда килеп чыккан ароморфозларга мисаллар китерегез.

§59. Кайнозойда тереклекнең үсеше

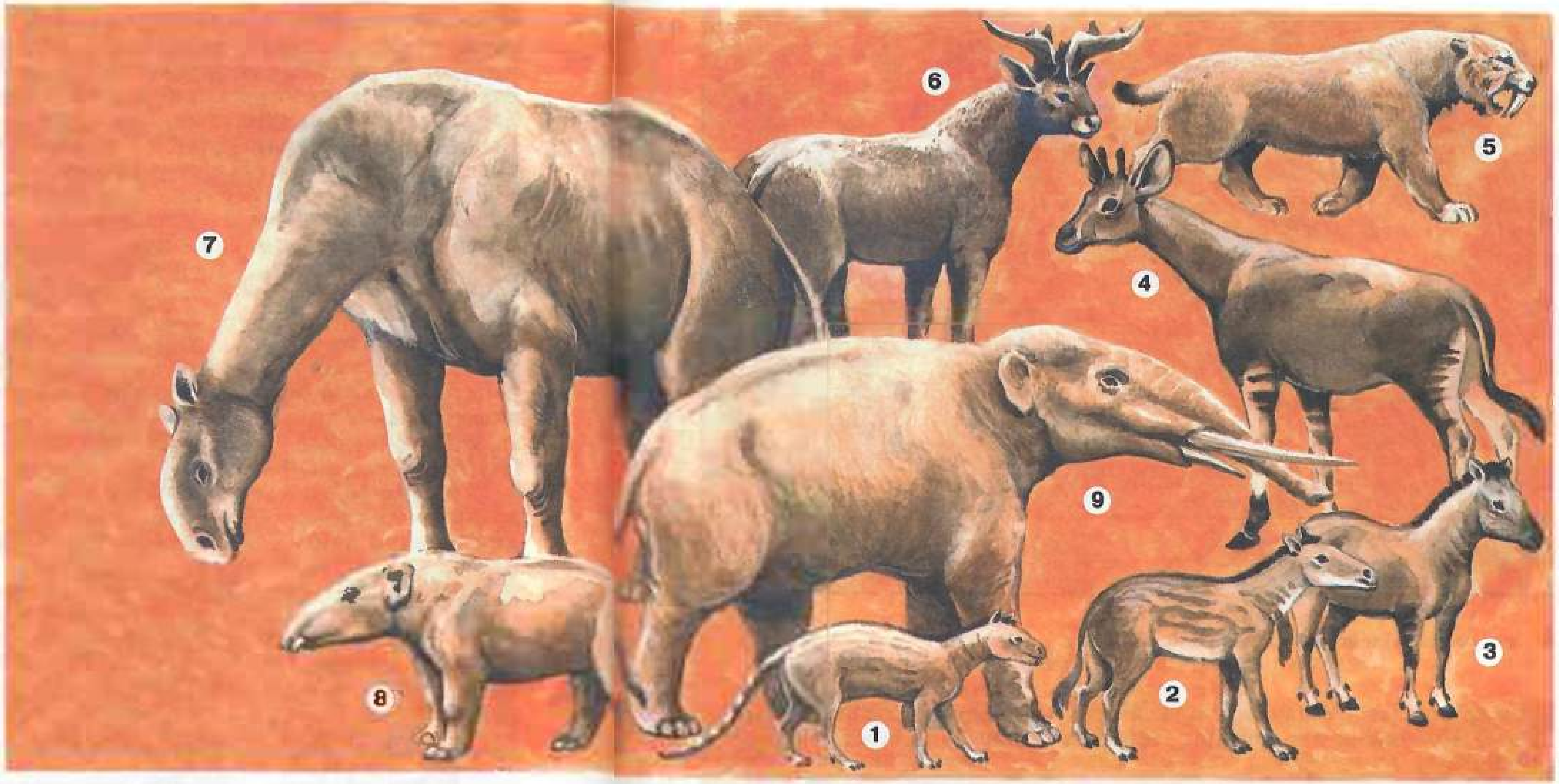
Кайнозой эрасы — чәчәкле үсемлекләрнең, бөҗәкләрнең, кошлар һәм имезүчеләрнең иң киң таралган вакыты.

Ул 66 млн ел чамасы элек башланган һәм хәзерге көнгә кадәр дәвам итә. Кайнозой өч чорга — *палеоген, неоген* һәм *антропогенга* бүленә. Болар Җир тарихында иң кыска чорлар — палеоген 40 млн ел чамасы, неоген 23,5 млн ел дәвам итә. Соңгы чор — антропоген — 1,5 млн ел элек башланган.

Инде **палеогенда** ук — кайнозойның беренче чорында, сөйрәлүчеләрнең экологик нишаларын биләп, җирдә аларга алмашка имезүчеләр килә, һавада кошлар өстенлек итә башлый. Бу чор дәвамында имезүчеләрнең күпчелек хәзерге төркемнәре — бөҗәк ашаучылар, ерткычлар, ишкәгаяклылар, китсыманнар, тояклылар формалаша. Беренче примитив приматлар — лемурлар, ә соңрак чын маймыллар күренә башлый.

Неогенда климат салкыная һәм корылана төшә. Кайчандыр Венгриядән алып Монголиягә кадәр уртача зонада үскән тропик һәм саванна урманнары далалар белән алмашына. Бу — үлән белән тукланучы

80 нче рәсем. Палеогенда һәм неогенда яшәгән имезүчеләр.
1 — фенакодус — атның биш бармаклы борынгы бабасы (палеоген башы); *2* — эогиппус — атларның палеогенда яшәгән борынгы бабасы, аның алгы очлыклары дүрт бармаклы һәм арткылары өч бармаклы була; *3* — гиппарион — өч бармаклы ат — неоген далаларының һәм саванналарының үзенчәлекле тереклек иясе; *4* — палеотранус — хәзерге жирафларның борынгы бабасы (неоген); *5* — кылыч тешле юлбарыс (неоген); *6* — болансыман жираф — сиватерий (неоген); *7* — гигант мөгезборын — индикатерий (палеоген); *8* — меритерий — филләрнең борынгы бабасы (палеоген); *9* — неоген филе

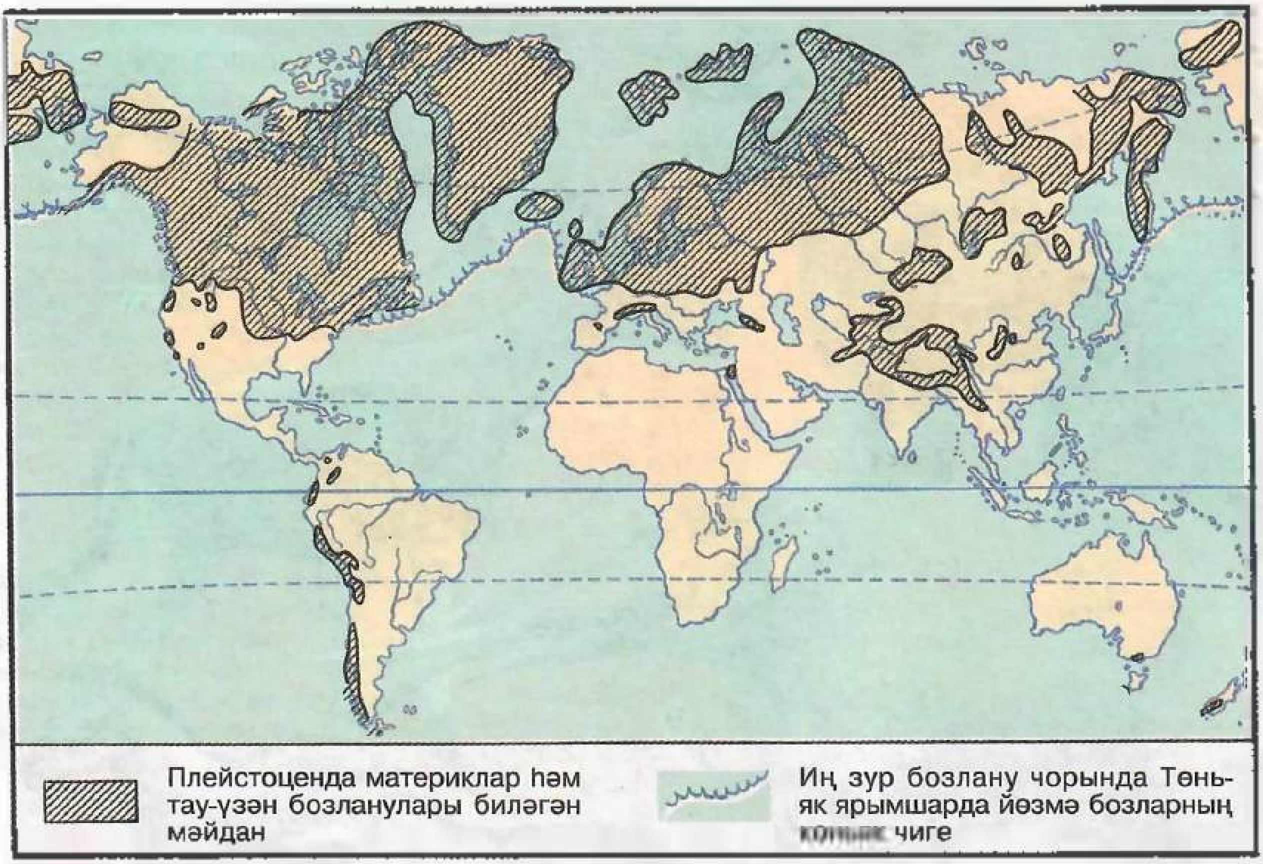


имезүчеләр өчен азык чыганагы булган кыяклы үсемлекләрнең киң таралуына китерә. Шушы чорда имезүчеләрнең барлык отрядлары формалаша (80 нче рәсем), беренче кешесыман маймыллар барлыкка килә.

Кайнозойның соңгы чоры — **антропоген** — бу без яши торган геологик чор. Аның исеме нәкъ менә шушы чорда кеше килеп чыгу белән бәйле. Антропогенда ике *дәверне* бүлеп күрсәтәләр — *плейстоцен* һәм *голоцен*. Бу чор, төрле бәяләмәләр буенча, 0,7 дән 2 млн елга кадәр дәвам итә, шуннан голоценга соңгы 20 мең ел туры килә. Плейстоцен башында, бу вакытка инде салкынайтуга карамастан, әле җылы була, Евразия һәм Төньяк Америка территориясендә субтропик климат саклана. Плейстоцен дәвамында климатның нык үзгәрүе күзәтелә — дүрт тапкыр бозлыкларның чигенүе белән алмашынган гигант бозланулар була. Бозлану чорында гаять зур боз калканнары, Җир

өстен каплап, хәзерге Киев, Харьков, Воронеж киңлегенә кадәр җитә (81 нче рәсем). Климатның бу үзгәрешләре кырыс шартларда яшәргә җайлашкан имезүчеләр төркемнәре — мамонт, йонлач мөгезборыннар, гигант боланнар, сарык-үгез һәм алар белән тукланучы әре ерткычлар — тау куышлыгында яшәүче арысланнар (шулай аталып йөртелүләренә карамастан, тау куышлыгында түгел, бәлки тигезлектә һәм тау итәгендә яшәүче арысланнар) үсешенә сәбәп була (82 нче рәсем).

Бозлык зонасында температураның төшүе су парларының кар булып куеруына сәбәп була, ә боз һәм кар эрүдән барлыкка килгән суның күләме яуган кар күләменнән азрак була. Коры җирдә гигант боз запаслары туплану Дөнья океаны өсте тигезлегенең 60—90 метрга түбәнәюенә китерә. Нәтиҗәдә континенталь Европа һәм Британия утраулары, Азия һәм Төньяк Америка, Һинд-Кытай ярымутравы һәм



81 нче рәсем. Плейстоценда бозлану картасы

Зонд архипелагы утраулары арасында коры җир күперләре барлыкка килә. Мондый күперләр аша хайваннар һәм үсемлекләр алмашы башлана.

Коры җир хайваннары һәм үсемлекләре алмашу юлы булып хезмәт иткән әлеге коры җир күперләре әлек үзара тоташкан диңгезләрнең фауна һәм флорасы алмашу өчен киртәгә әверелә. Акбур чорыннан ук яшәп килгән Австралия утравы белән Азия арасында коры җир күперенең булмавы иң гади имезүчеләрнең — башка континентларда әле өченчел чорда ук плацентар имезүчеләр тарафыннан кысрыкланган клоакалылар һәм сумкалыларның — тормышын саклап кала.

Иске Дөньяда (Мадагаскарны исәпләмәгәндә) кеше кимендә 500 мең ел элек, бәлки, элегрәктер дә, төрле урыннарга таралып урнаша. Соңгы бозлану алдыннан (35—40 мең ел элек) коры җир күпере аша хәзерге Беринг култыгы районында борынгы аучылар, Азиядән Төньяк Америкага чыгып, Утлы Җиргә кадәр барып урнашалар. Голоцен башында глобаль җылыну һәм бозлыклар эрүе күзәтелә, күп кенә имезүчеләр — мамонтлар, йонлач мөгезборыннар, тау куышлыгы аюлары үлеп бетә. Күрәсең, мондый һәлакәт климат үзгәрүгә генә бәйле булмагандыр, бәлки моңа кешенең актив эшчәнлеге дә сәбәп булгандыр.

10 мең еллап элек Җирнең уртача җылы өлкәләрендә (Урта диңгез буе, Якын Көнчыгыш, Һиндстан, Кытай, Мексика, Перу һ.б.), кешенең вак-төяк җыеп һәм ау белән көн итүдән игенчелеккә һәм терлекчелеккә күчүенә бәйле рәвештә, «неолитик революция» башлана. Хайваннарны йортлаштыру һәм үсемлекләрне культуралаштыру шуннан башлана.

Кешенең көчле эшчәнлеге: җирләрне сөрүе, урманнарны төпләве һәм яндыруы, көтүлекләрне йорт хайваннарыннан таптатуы күп кенә дала хайваннарының (тур, тарпан һ.б.ның) үлеп бетүенә яки ареалы кыскаруына, чүлләрнең (Сахара, Караком, Такла-Макан) артуына, күчеп йөрүче комлыклар барлыкка килүенә китерә.

Болар барысы да хәзерге вакыттагы органик дөньяның төр составын билгеле, организмнарның хәзерге географик таралышына йогынты ясый, организмнарның хәзерге бергәлекләрен барлыкка китерә. Төрләрнең таралуында һәм төрләр барлыкка килүдә коры җир күперләре дә, бозлыклар белән аерымлану да зур роль уйный. Күп кенә төрләр һәм кече төрләр плейстоцен һәм голоцен дәвамында формалаша.

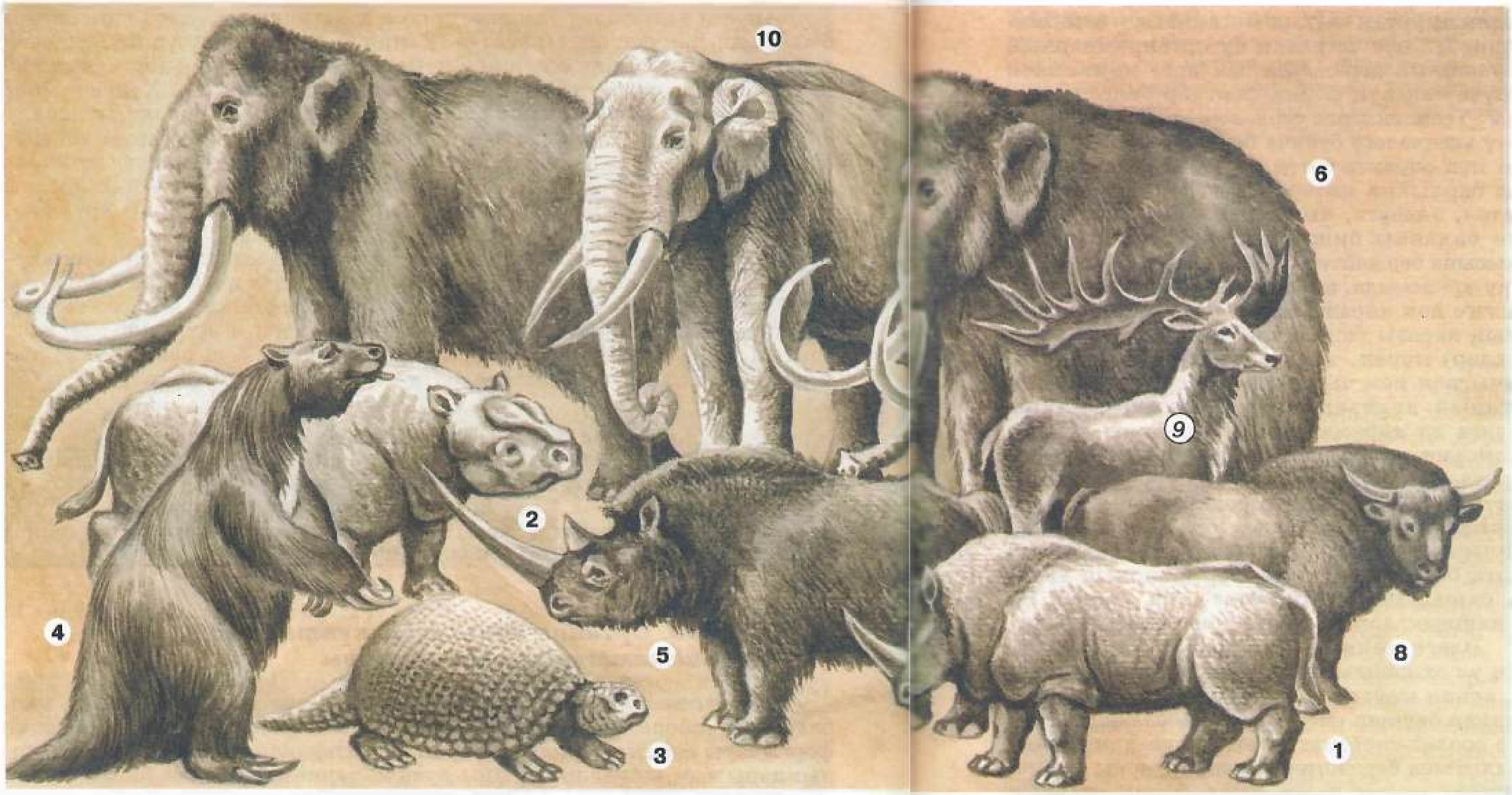
1. Кайнозойдагы идиоадаптацияләргә мисаллар китерегез.
2. Палеоген һәм неоген дәвамында фауна һәм флорада нинди үзгәрешләр була?
3. Антропоген дәвамында фауна һәм флора ничек үзгәрә?
4. Соңгы вакытта тирәлектә бара торган үзгәрешләр хәзер яшәүче организмнар эволюциясенә ничек тәэсир итә?

§60. Органик дөньядагы күптөрлелек. Систематика принциплары

Эволюция процессы нәтиҗәсендә хайваннарның, үсемлекләр, гөмбәләр, микроорганизмнарның казылма һәм хәзерге төрләренең төрле формалары барлыкка килә. Аларны классификацияләү, ягъни охшашлыклары һәм ырудашлыклары буенча төркемләү белән биологиянең *систематика* дип аталган тармагы шөгыльләнә.

Хайваннар дөньясының күптөрлелеген өйрәнү әле төгәлләнүдән ерак тора. Имезүчеләр кебек эре хайваннар арасында да яңа төрләрнең табылуы мөмкин. Мәсәлән, илебез фаунасында 3—4 елга бер фәнгә билгесез яңа төр тасвирлана. Әле XX гасырның 50 нче еллар уртасында гына Санкт-Петербург галиме А. В. Иванов хайваннарның яңа тибын — погонофораларны ачты (83 нче рәсем). Масштабы буенча бу ачыш Кояш системасына кергән яңа планетаны ачу белән тиңләшә ала.

Систематика барлыкка килү. Систематикага швед натуралисты Карл Линней нигез сала. Ул беренче булып организмнарны төрләргә, ыруг һәм классларга аерырга тәкъдим итә. Хәзерге фән К. Линнейга бик бурычлы. Ул беренче булып имезүчеләр һәм кошлар классын аерып күрсәтә, маймыл һәм кешене бергә приматлар отрядына кыю берләштерә. Әмма Линней кешенең маймылдан килеп чыгуын расламый, бары тик алар арасында охшашлык булуын гына билгели.



82 нче рәсем. Плейстоцен имезүчеләре.
1 — киң борынлы мөгезборын (чорның башы); *2* — мөгезборын — эласмотерий (чорның уртасы); *3* — гигант броненосец — глиптодонт (чорның азагы); *4* — гигант иренчәк — мегатерий (чорның азагы); *5* — йонлач мөгезборын (чорның азагы); *6* — мамонт (чорның азагы, бозлык дәвере); *7* — борынгы фил (чорның уртасы); *8* — борынгы зубр, хәзерге зубрның һәм бизонның борынгы бабасы (чорның уртасы һәм азагы); *9* — гигант торфлык боланы (чорның уртасы); *10* — хәзерге һинд филе

Бөек галим үзенең бөтен гомерен терек һәм терек булмаган табигатьне системалаштыруга багышлый. Ул «Табигать системасы» дигән хезмәтендә шул чор өчен гаять күп санлы үсемлек һәм хайван төрләрен тасвирлый. Бу китапның беренче басмасында — нибарысы 13 бит, ә соңгы, уникенче басмасында 2335 бит була. Әгәр без, үзебез белгән хәзерге үсемлек, хайван, гөмбә, микроорганизмнар төрләрен тасвирларга тырышып, һәрберсенә 10 ар гына юл бирсәк тә, моның өчен «Табигать системасы» кебек 10 мең китап кирәк булыр иде.

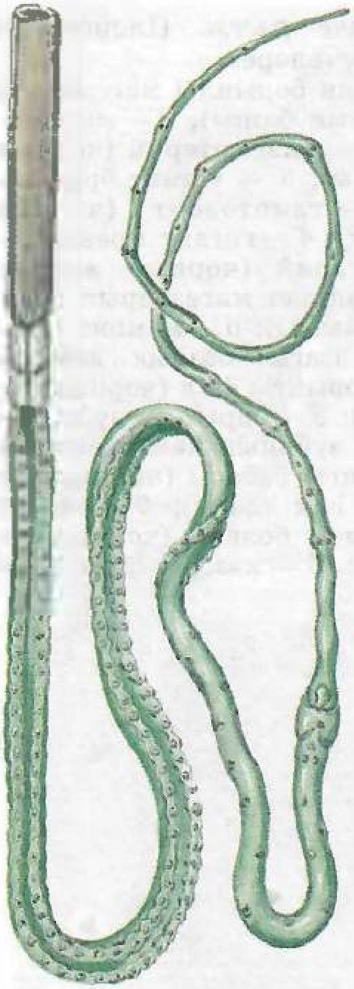
Карл Линней беренче булып фәнгә тере организмнарның икеле латин атамасы системасын кертә. Бу — яңа төрләрне тасвирлауны тәртипкә салырга мөмкинлек бирүче *бинар номенклатура* дип атала. Тере организмнарның фәнни атамаларын латин телендә бирү төрле ил галимнәренең үзара аңлашуын җиңеләйтте. Һәрбер организмның атамасында, бинар номенклатура таләп иткәнчә, башта ыруг

исеме (баш хәрефтән языла), ә аннан төр исеме (юл хәрефеннән языла) килә.

Безнең илнең төрле төбәкләрендә бер үк җәнлекне — дала сөркәсен (сурок) байбак, бабак, бабачок, тарбаган, свиц, свистун, суур, сугур, эксачок дип атыйлар. Бу төрнең зоологлар куллана торган фәнни латинча атамасы — бердәнбер — Marmota bobak (сөркә-байбак).

Ясалма һәм табигый системалар. Әгәр без китап киштәсендә тәртип урнаштырырга телибез икән, төрле принциплардан чыгып эш итә алабыз. Китапларны, мәсәлән, тышлыгының төсенә яки аның форматына карап төркемли алабыз. Мондый төркемләү ясалма була, чөнки ул иң әһәмиятлесен — китапның эчтәлеген чагылдырмый.

Линней системасы күп яктан *ясалма* була. Классификацияләүнең нигезе итеп ул организмнарның кайбер күренеп торган билгеләре буенча охшашлыгын ала. Ләкин бу охшаш билгеләр һәрвакытта да



83 нче рәсем. Погонофора

аларның уртак чыгышын аңлатып бетерми. Линнейга әле теге яки бу организмнарның ырудашлык дәрәҗәсен бәяләргә мөмкинлек бирүче бик күп фәнни фактлар билгеле булмый. Үсемлекләрне серкәләренең саны, серкәләнү үзенчәлеге буенча берләштереп, К. Линней күп очракта бөтенләй үк ясалма группалар барлыкка китерә. Мәсәлән, ул кишер, җитен, алабута, кыңгырау чәчәк, карлыган һәм баланны бишәр серкәчле үсемлекләр классына берләштерә. Серкәчләр саны төрлечә булу аркасында, якын төрләр, мәсәлән нарат җиләге һәм караҗиләк, төрле класска элгә. Аның каравы башка класста (бер өйле үсемлекләр) күрән, каен, имән, бака тәңкәсе, кычыткан һәм чыршы бергә очраша. Ләкин шундый күренеп торган ялгышлыклары булуга да карамастан, Линнейның ясалма системасы, тереклек ияләренең гаять күптөрлелеген аңларга ярдәм итүе белән, биология тарихында бик зур роль уйный. К. Линней һәм аның эшен дәвам иттерүчеләр, якын төрләрне ыругларга, ыругларны семьялыкларга берләштергәндә, формаларның тышкы охшашлыкларын нигез итеп алалар. Бу охшашлыкларның сәбәбе ачыкланмый кала.

Әлеге мөһим мәсьәләне Ч. Дарвин хәл итә, ул охшашлыкның сәбәбен уртак чыгышта, ягъни ырудаш булуда күрә. Дарвин заманыннан башлап систематика *эволюцион* фән булып әверелә. Әгәр хәзерге зоолог-систематик эт, төлке һәм шакал ыругларын этсыманнар семьялыгына берләштерә икән, ул моны формаларның тышкы охшашлыгыннан чыгып кына түгел, бәлки аларның чыгышларындагы уртаклыкка (ырудашлыкка) нигезләнеп тә эшли. Чыгышларының уртаклыгы тасвирлана торган төрләрнең тарихи үсешен өйрәнү белән дәлилләнә.

Теге яки бу группаның системасын төзү өчен, галимнәр аеруча әһәмиятле билгеләр җыелмасыннан файдаланалар: казылма калдыклар буенча аның тарихи үсешен өйрәнәләр, хәзерге төрләрнең анатомиясен, үрчү үзенчәлекләрен, төзелешенең катлаулылыгын (күзәнәкле — күзәнәксез, төшле — төшсез, бер күзәнәкле — күп күзәнәкле) тикшерәләр, аларның эмбриональ үсешләрен чагыштыралар, химик составы һәм физиологиясе үзенчәлекләрен тикшерәләр, тупланучы матдәләрнең типларын, безнең планетада хәзерге һәм үткәндәге таралышын өйрәнәләр. Болай эшләү шул төрнең башка төрләр арасында тоткан урынын билгеләргә һәм организмнарның төрле төркемнәре арасындагы ырудашлык дәрәҗәсен чагылдыручы *табигый* системаны төзергә мөмкинлек бирә.

КАРЛ ЛИННЕЙ (1707—1778) — швед натуралисты, врач. Органик дөнья систематикасы принципларына һәм методларына нигез салучы. Швеция фәннәр академиясенә нигез салучы һәм аның беренче президенты. Санкт-Петербург фәннәр академиясенең почётлы әгъзасы.

Әйтергә кирәк, төшсез организмнар системасы XX гасырның икенче яртысына кадәр ясалма булып кала. Бу — галимнәр кулында микроорганизмнарның ырудашлык дәрәҗәсен билгеләү өчен төгәл методлар булмавы белән аңлатыла. Молекуляр биологиянең хәзерге методларын куллану прокариотлар системасының нигезе итеп аларның геномнары төзелешен алырга мөмкинлек бирә. Нәтиҗәләр гаять уңышлы булып чыга. Элек теге яки бу систематик группаларга берләштерелгән күп кенә прокариотларның бер-берсе белән бөтенләй ырудаш булмаулары ачыклана. Әлегрәк прокариотларның билгеле булган экстремофиль (экстремаль шартларда яшәүчеләр) группасының бактерияләрдән аерымлыгы шул дәрәҗәдә булып чыга, хәтта аларны аерым патшалыкка — *архейларга* кертергә туры килә. Алдарак үсемлекләр патшалыгына кергән зәңгәрсу-яшел суүсемнәр бөтенләй үсемлек булып чыкмый, алар бактерияләр патшалыгында *цианобактерияләр* аспатшалыгын тәшкил итә. Табигый классификация өчен файдаланыла торган систематика берәмлекләренең гади схемасы мондый рәвештә була:

ИМПЕРИЯ (*күзәнәксезләр һәм күзәнәклеләр*)
ӨСПАТШАЛЫК (*прокариотлар һәм эукариотлар*)
ПАТШАЛЫК (*үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләр, бактерияләр, архейлар, вируслар*)
АСПАТШАЛЫК (*беркүзәнәклеләр, күпкүзәнәклеләр*)
ТИП (*мәсәлән, буынтыгаяклылар яки хордалылар*)
КЛАСС (*мәсәлән, бөҗәкләр*)
ОТРЯД (*мәсәлән, күбәләкләр*)
СЕМЬЯЛЫК (*мәсәлән, ак күбәләкләр*)
ЫРУГ (*мәсәлән, ак күбәләк*)
ТӨР (*мәсәлән, кәбестә күбәләге*)

1. Ни өчен Линней системасын ясалма система дип йөртәләр?
2. Систематиканы үстерүдә К. Линней хезмәтләренең әһәмияте нәрсәдә?
3. Систематиканы эволюция процессының чагылышы дип буламы? Җавабыгызны аңлатып бирегез.

§61. Организмнарны классификацияләү

Табигатьнең ике империясе. Хәзер яши торган организмнарның күпчелеге күзәнәкләрдән төзелгән. Кайбер иң гади төзелешле организмнар гына — вируслар һәм фаглар — күзәнәкчел төзелешле түгел. Әлеге иң мөһим билге буенча барлык тереклек ике *империягә* бүленә — күзәнәксезләргә (вируслар һәм фаглар) һәм күзәнәклеләргә, яки *кариотларга* (грекча «карион» — төш) (84 нче рәсем).

Тереклекнең күзәнәксез формалары — вируслар һәм фаглар. Күзәнәксезләр империясе бердәнбер патшалыктан — вируслардан тора.

Аларның төзелеше турында 18 нче параграфта язылган. Вируслар башка организмнардан бик нык аерылганлыктан, галимнәр аларны тереклек исәбенә кертергә шунда ук батырчылык итми. Хәтта барлык тереклек өчен кабул ителгән бинар номенклатура да вируслар өчен кулланыла алмый. Аларның хәзергә кадәр эволюцион тарихы билгесез булып кала. Күрәсең, вируслар күзәнәкләрдән дә иртәрәк барлыкка килә алмагандыр, чөнки алар күзәнәкләрдән башка яши алмый. Шуңа күрә аларны, еш кына күренгәнчә, «күзәнәккә кадәргеләр» дип түгел, бәлки «күзәнәксезләр» дип йөртү дөресрәк булыр. Вируслар, күзәнәк эчендә паразитлык итүгә күчкәндә, дегенерация нәтиҗәсендә (52 нче параграф) күзәнәкләрдән килеп чыккан булырга мөмкин дип уйланыла.

Тереклекнең күзәнәкчел формалары, аларның төшсезләргә һәм төшлеләргә бүленүе. Күзәнәкнең күпчелек организмнарга хас структурасы кинәт кенә килеп чыкмаган. Хәзерге типларны тәшкил итүче организмнарның иң борынгы вәкилләренең күзәнәкләрендә цитоплазма һәм ДНКлы төш материалы әле бер-берсеннән аерылып тормаган, мембрана органоидлары булмаган. Төше булуына яки булмавына карап, күзәнәкчел организмнарны ике *өспатшалыкка* бүлеп йөртәләр: *төшсезләргә* (*прокариотларга*) һәм *төшлеләргә* (*эукариотларга*) (грекча «протос» — беренче һәм «эу» — тулысынча, бөтенләй).

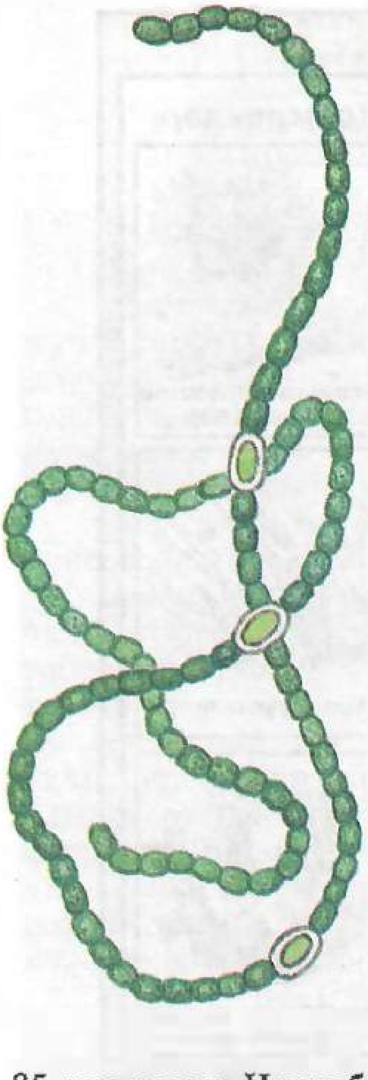
Прокариотлар. Прокариотларга күзәнәкчел организмнарның гадирәк төзелешле формаларын кертәләр.

Прокариотлар өспатшалыгын ике патшалыкка: археиларга һәм бактерияләргә бүләләр.

Археилар. Археилар — күзәнәкләренең зурлыгы һәм формасы белән бактерияләргә охшаш, төшсез организмнар (элек аларны бактерияләргә кертәләр иде). Ләкин геном төзелеше, аксым синтезы аппараты, күзәнәк мембраналары буенча алар бактерияләрдән бик нык аерыла. Археиларның күпчелеге — башка тере организмнар яши алмаган шартларда: тирән сулы термаль чыганаклар тирәсендә бик югары температура һәм басым шартларында, туендырылган тоз эремәләрендә, бик әче яки бик селтеле сулыкларда яшәүче экстремофильләр. Кайбер

84 нче рәсем. **Күзәнәкчел организмнарның классификациясе схемасы**

архейлар, энергия чыганагы сыйфатында төрле органик кушылмаларны файдаланып, башка бер организмга да хас булмаганча, метан барлыкка китерәләр. Кайбер хайваннарның һәм кешенең эчәк микрофлорасы составына кергән метан барлыкка китерүче архейлар үз хуҗаларын яшәү өчен кирәкле B_{12} витамины белән тәэмин итәләр.



85 нче рәсем. Цианобактерияләр

Бактерияләр. Бактерияләр патшалыгы *цианобактерияләр* һәм *бактерияләр* аспатшалыкларын берләштерә. Цианобактерияләрне элек үсемлекләр патшалыгына кертәләр иде, һәм хәзер дә әле аларны кайчак зәңгәрсу-яшел суүсемнәр (85 нче рәсем) дип йөртәләр. Болар — Җир йөзендәге иң борынгы организмнар. Цианобактерияләр туфрак һәм Җирнең хәзерге атмосферасы ясалуда гаять зур роль уйный. Башка прокариотлар белән симбиозга кереп, хәзерге барлык яшел үсемлекләрнең хлоропластларына башлангыч биргән бик борынгы фотосинтезлаучы бер күзәнәкле организмнар да цианобактерияләргә керә.

Бактерияләр арасында пурпур *протеобактерияләрне* аерым группага бүлеп йөртәләр, аларга митохондрияләрнең прокариотик борынгы бабаларын кертәләр.

Чын бактерияләр, яки *эубактерияләр*, табигатьтә матдәләрнең *биологик әйләнешендә* һәм кешенең хуҗалык эшчәнлегендә зур роль уйный. Сөт әчетүне, ацидофилин, эремчек, каймак, сыр, серкә кислотасы ясауны бактерияләр эшчәнлегеннән башка күз алдына да китереп булмый.

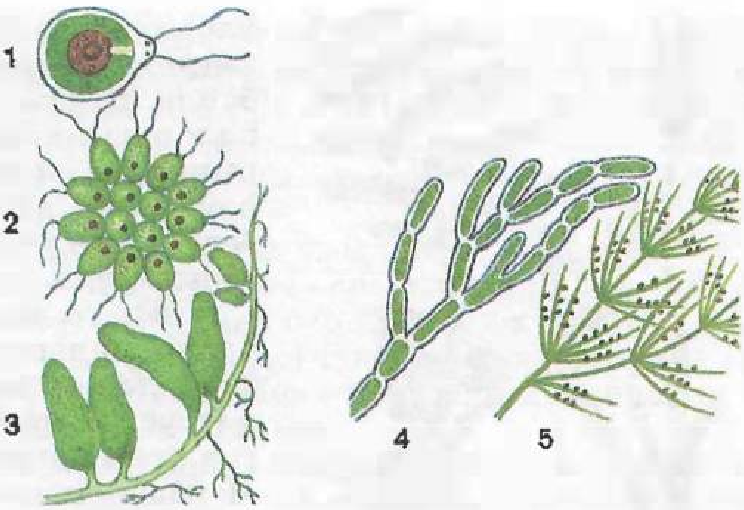
Хәзерге вакытта микроорганизмнар промышленностьта кеше өчен кирәкле матдәләрне табуда, мәсәлән, дару ясауда кулланыла. Микробиология промышленносте җитештерү сферасының төп тармагына әверелде.

Кеше өчен иң куркынычлы чума, холера, туберкулёз, дизентерия һәм башка бик күп авыруларны кузгатучы паразит бактерияләр кара кайгы булып танылдылар. Вируслар һәм бактерияләр — төп инфекцион авыруларны кузгатучылар.

Эукариотлар. Калган барлык организмнарны төшлеләргә, яки эукариотларга кертәләр. Эукариотларның төп билгеләре 10 нчы параграфтагы таблицада күрсәтелгән.

Эукариотлар өч патшалыкка бүленә: *яшел үсемлекләр, гөмбәләр* һәм *хайваннар.*

Яшел үсемлекләр. Аларга автотроф тукланучы яшел үсемлекләр керә. Сирәк кенә гетеротроф туклану очрый (мәсәлән, бөҗәкләр



86 нчы рәсем. Чын суүсемнәр.
1 — беркүзәнәклеләр; *2* — колониаль формалар; *3* — каулерпа — күзәнәкләргә бүленмәгән күп төшле суүсем; *4* — җепсыман суүсем; *5* — күп күзәнәкле хара суүсеме

белән тукланучы чыклы үләндә һәм паразит омела үсемлегендә). Варысында да пластидалар бар. Күзәнәкләренең, кагыйдә буларак, целлюлозадан торган тышкы тышчасы була.

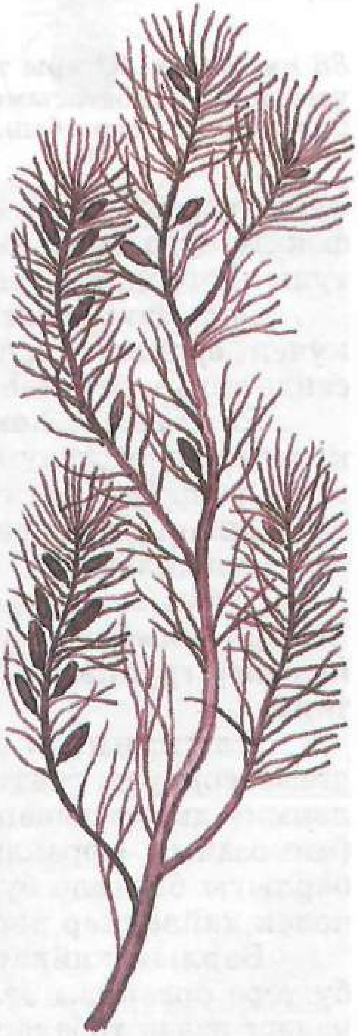
Үсемлекләр патшалыгы өч аспатшалыкка бүленә: чын суүсемнәр, кызыл суүсемнәр (багрянкалар) һәм югары төзелешле үсемлекләр.

Чын суүсемнәр — болар түбән төзелешле үсемлекләр. Бу аспатшалыкның берничә тибында беркүзәнәклеләр һәм күпкүзәнәклеләр очрый, соңгыларының күзәнәкләре төзелеше һәм функцияләре белән бер-берсеннән аерылып тора (86 нчы рәсем).

Суүсемнәрнең төрле типларында беркүзәнәклелектән күпкүзәнәклелеккә, специальләшүгә, ата һәм ана җенес күзәнәкләренә бүленүгә күчә бару күзәтелә.

Шулай итеп, суүсемнәрнең төрле типлары югарырак баскычка — төрле күзәнәкләре төрле функцияне үтәүче күп күзәнәкле организм дәрәҗәсенә күтәрелергә омтылыш ясагандай булалар. Беркүзәнәклелектән күпкүзәнәклелеккә күчү — яшел үсемлекләр эволюциясендә ароморфоз мисалы.

Кызыл суүсемнәр — күп күзәнәкле организмнар. Аларның кызыл төсе күзәнәкләрендә,



87 нче рәсем. Кызыл суүсем (багрянка)

хлорофиллдан тыш, кызыл һәм зәңгәр пигментлар да булуга бәйле (87 нче рәсем). Багрянкаларның хәтта ата гаметаларында да камчылар булмый, һәм алар хәрәкәтсез, шуның белән чын суүсемнәрдән нык аерылалар.

88 нче рәсем. Югары төзелешле споралы үсемлекләр (абагасыманнар).
Сулдан уңга: наратбаш, плаун, абага

Югары төзелешле үсемлекләргә минераль һәм органик матдәләр хәрәкәт итә торган махсус үткәргеч системасы булган үсемлекләр төркеме керә. Мондый системага ирешү үсемлекләр эволюциясендә мөһим ароморфоз була. Югары төзелешле үсемлекләргә споралылар — мүксыманнар, абагасыманнар (88 нче рәсем) һәм орлыклылар — ачыкорлыклылар, ябыкорлыклылар (чәчәклеләр) керә.

Споралылар — иң беренче булып коры җирдә үсүгә күчкән яшел үсемлекләр. Әмма аларның камчылы хәрәкәтчән гаметалары фәкать суда гына хәрәкәтләнә ала. Шуңа күрә аны коры җирдә үсүгә тулы күчү дип әйтеп булмый.

Орлыктан үрчи башлау, үсемлекләргә яр буйларыннан коры җиргә күчеп, еракка таралырга мөмкинлек бирә, бу — үсемлекләр эволюциясендә тагын бер мөһим ароморфоз булып исәпләнә.

Гөмбәләр. Гөмбәләрнең төрле формалары бар: икмәк күгәреге, күгәрек пенициллум гөмбәсе, тутык гөмбәләр, эшләпәле гөмбәләр, агач гөмбәләре. Барлык гөмбәләрнең уртак үзенчәлеге булып аларның нечкә тармакланган җепселләрдән торган гөмбәлеге исәпләнә. Бу — гөмбәнең вегетатив өлеше.

Түбән төзелешле эукариотлар группасына л и ш а й н и к л а р керә. Болар — симбиоз нәтиҗәсендә барлыкка килүче үзенә бертөрле организмнар группасы. Лишайник гөмбә белән зәңгәрсу-яшел суүсемнәрдән тора.

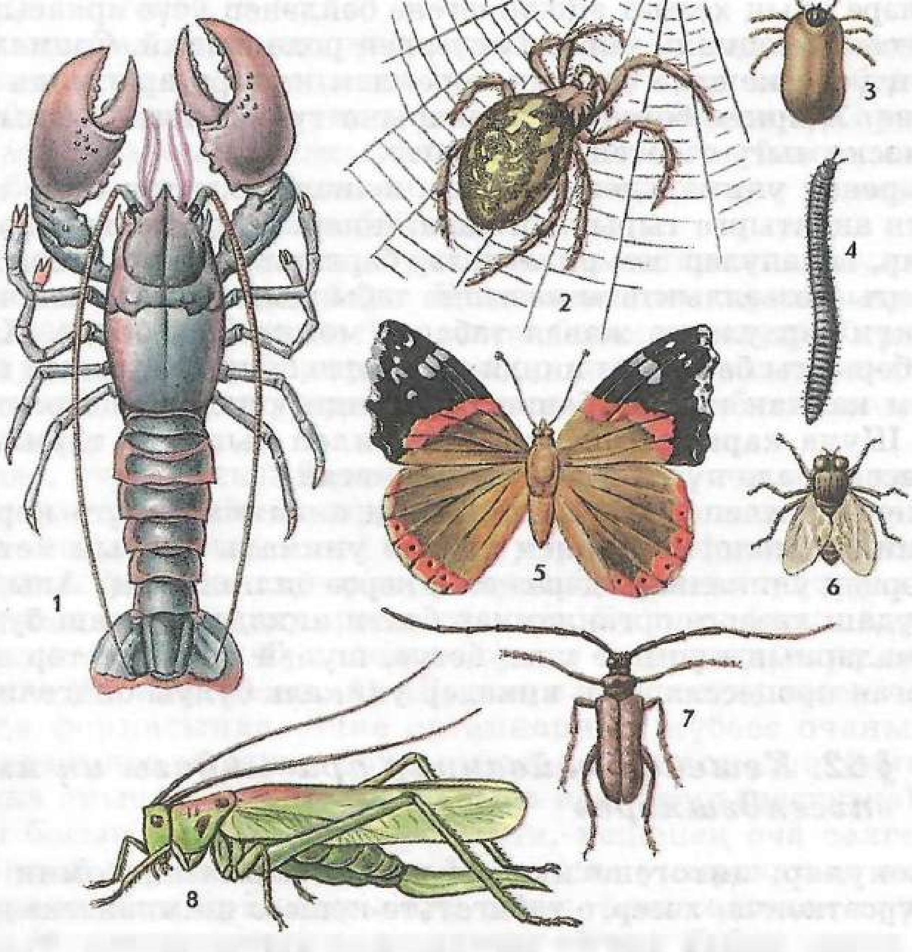
Х а й в а н н а р. Хайваннарның үсемлекләрдән аермасы нәрсәдә дигән сорауга, гадәттә, «хайваннар хәрәкәтләнә, үсемлекләр хәрәкәтләнми» дигән җавапны ишетергә туры килә. Үсемлекләрдә хәрәкәтләр (мимозаның яфраклары) һәм хәрәкәтсез хайваннар (мәрҗән полиплары) барлыгы билгеле булса да, әлеге җавап, нигездә, дөрес. Ни өчен күпчелек хайваннар хәрәкәтчән соң?

Барлык хайваннар — гетеротроф организмнар. Алар, теге яки бу тере организм белән тукланып, органик матдәләрне актив рәвештә үзләре эзләп табалар. Азык эзләү хәрәкәтләнүне таләп итә. Төрле хәрә-

кәт органнарының үсеш алуы шуңа бәйләнгән дә (мәсәлән, амёбаның ялган аяклары, инфузориянең керфекчекләре, бөҗәкләрнең канатлары, балыкларның йөзгечләре һ. б., 89 нчы рәсем). Мускуллар тоташкан хәрәкәтчән скелеттан башка тиз хәрәкәтләнеп булмый. Буынтыгаяклыларның хитин скелеты, умырткалыларның эчке сөяк скелеты барлыкка килү шуның белән аңлатыла.

Хайваннарның башка мөһим үзенчәлеге дә хәрәкәтчәнлеккә бәйләнгән: хайван күзәнәгенең тыгыз өске тышчасы булмый, аның эчке цитоплазматик мембранасы гына бар. Хайван күзәнәгендә суда эреми торган матдәләр (мәсәлән, крахмал) туплану да күзәнәкнең хәрәкәтчәнлегенә комачаулык итәр иде. Менә ни өчен хайваннарда төп матдә булып суда эрүчән гликоген туплана.

Хайваннар патшалыгы ике аспатшалыкка бүленә: *түбән төзелешлеләр* (яки *беркүзәнәклеләр*) һәм *күп күзәнәкле хайваннар*. Морфологик яктан иң түбән төзелешлесе — күзәнәк, функциональ яктан — организм. Аның табигатенең ике төрлелеге шуннан килеп чыга. Тукыма һәм



89 нчы рәсем. Буынтыгаяклылар.
1 — кысла; *2* — үрмәкүч; *3* — талпан; *4* — кубаяк; *5* — күбәләк; *6* — чебен; *7* — коңгыз; *8* — чикерткә

органнарның функцияләрен иң түбән төзелешлеләрдә күзәнәкнең төрле өлешләре үти. Чын күпкүзәнәклеләр исә төрле типтагы күзәнәкләрнең тукымаларга берләшүе белән үзенчәлекле.

1. Күзәнәксез формалар буларак, вирусларны тасвирлагыз.
2. Барлык күзәнәкчел организмнар өчен үзенчәлекле билгеләрне әйтеп бирегез.
3. Прокариот һәм эукариотларның күзәнәкләр төзелешен һәм функцияләрен чагыштырыгыз. Нәтиҗәләр ясагыз.
4. Систематиканың нинди әһәмияте бар? Ул нинди бурычларны чишәргә ярдәм итә?

XIV бүлек. КЕШЕНЕҢ КИЛЕП ЧЫГЫШЫ

Хәзерге кешеләр барысы да биологик бер төргә — Homo sapiens — акыллы кеше төренә керә. Фәнгә билгеле булган миллион ярым төр хайваннан аермалы буларак, фәкать кешегә генә бөтен тулылыгы белән аң, сөйләм, абстракт фикерләү сыйфатлары хас. Кеше психикасының бу үзлекләре аның хезмәт эшчәнлегенә бәйләнеп үсүе аркасында, кеше эволюциясендә социаль мөнәсәбәтләрнең роле нығый. Социаль мөнәсәбәтләрнең үсүе кешегә барлык тереклек ияләре арасында экологик өстенлекне, Җирнең бөтен регионнарына тулысынча таралып урнашу һәм Космоска чыгу сәләтен тәэмин итә.

Үзләренең уникальлеген аңлап, кешеләр күптән инде килеп чыгышларын аңлатырга тырышып караганнар. Бу омтылышлар күпләгән легендалар, ышанулар һәм риваятьләр барлыкка килүгә сәбәп була. Фән үсеше, соңгы йөзьеллыктагы казылма табылдыклар кешенең чыгышына караган күп сорауларга җавап табарга мөмкинлек бирде. Хәзер инде кешенең борынгы бабалары нинди кыяфәттә булуы, аларның иң беренче кайда һәм кайчан күренә башлавы, нинди юнәлештә эволюцияләнүе билгеле. Шуңа карамастан кешенең килеп чыгышы тарихында һәм эволюциясендә әле күп нәрсә ачыкланмаган.

Кешенең килеп чыгышына фәнни аңлатма бирүгә керешкәндә, теләсә нинди биологик төрнең үзенчә уникаль булуын истә тотарга кирәк. Төрнең уникальлек дәрәҗәсен нәрсә билгели соң? Аны бу төрнең үзенә ырудаш хәзерге организмнар белән никадәр охшаш булуы, ырудаш формаларның күпмесе үлеп бетүе, шулай ук әлеге төр эволюциясендә барган процессларның никадәр уникаль булуы билгели.

§62. Кешенең хайваннар арасындагы иң якын «нәселдәшләре»

Молекуляр, цитогенетик һәм чагыштырма анатомия тикшеренүләре күрсәткәнчә, хәзерге табигатьтә кешегә шимпанзеның ике төре якынрак тора. Аннан соң бу ырудашлык системасында горилла һәм орангутан урын ала. Зоологик систематика критерийлары буенча кешене һәм санап үтелгән кешесыман маймылларны приматлар отрядына кертәләр.

Приматлар отрядының составы. Приматлар отряды (латинча «примус» — беренче, иң баш) 1758 елда К. Линней тарафыннан аерып күрсәтелгән. Төргә Homo sapiens дигән исемне дә ул биргән.

Приматлар отряды башлыча тропик һәм субтропик урманнарда таралган 200 ләп төрне үз эченә ала. Отрядта ярыммаймыллар һәм чын маймыллар асотрядын аерып күрсәтәләр. Чын маймыллар ике географик аерымланган төркемнән (секциядән) тора. Бу — Үзәк һәм Көньяк Американың киң борынлы маймыллары белән Африка һәм Азиянең тар борынлы маймыллары.

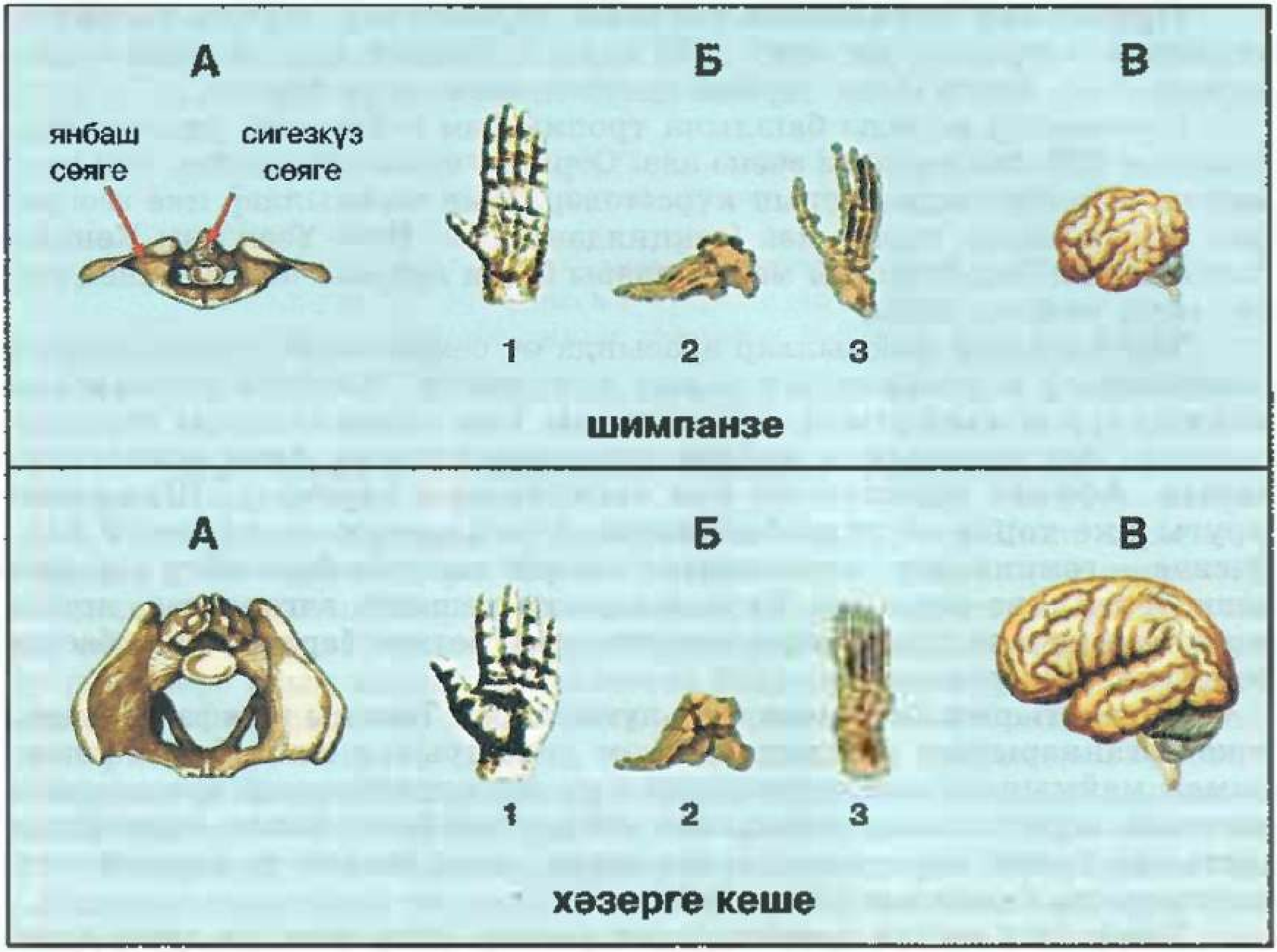
Тар борынлы маймыллар арасында өч семьялыкны берләштергән гоминоидлар өссемьялыгын аерып күрсәтәләр. Кечкенә кешесыман маймыллар семьялыгына гиббоннарны һәм сиамангларны берләштерәләр. Эре кешесыман маймыллар семьялыгына Азия орангутаннарын, Африка гориллаcын һәм шимпанзены кертәләр. Шимпанзе ыругы ике төрне — гади һәм кәрлә шимпанзены — үз эченә ала. Өченче — гоминидлар семьялыгына хәзерге вакытта бердәнбер акыллы кеше төрен генә кертәләр. Бу семьялыкка кешенең элгәрләрен, ягъни аңа кадәр яшәгән һәм хәзерге вакытта үлеп беткән барлык туры басып йөрүчеләрне кертәләр.

Чагыштырма анатомия мәгълүматлары. Тышкы кыяфәтләрендә, эчке органнарының төзелешендә һәм урнашуында кеше белән кешесыман маймылларның уртаклыгы күп. Бу организмнар арасындагы анатомик аерымлыклар кешесыман маймыллар белән башка маймыллар арасында булган аерымлыклардан азрак, алар бигрәк тә хәрәкәтләнү ысулындагы аерымлык белән бәйле.

Хәзер яши торган приматлардан фәкать кеше генә, гәүдәсен туры тоткан хәлдә, ике очлыкта йөри. Шимпанзе һәм горилла җирдә дүрт очлыкта хәрәкәтләнә. Билгеле бер максат белән шимпанзе берничә метр араны ике аяклап атлап барырга сәләтле, ләкин оча сөягенең төзелеше һәм оча мускулларының урнашу үзенчәлеге аны кабат үзенчә хәрәкәтләнергә мәҗбүр итә.

Кешедә, туры басып йөрүгә бәйле рәвештә, оча мускулларының функциясе үзгәрә. Маймылларда оча-бот буынын хәрәкәткә китерүче мускуллар кешедә йөргән чакта гәүдәне туры тоту функциясен башкара. Мускулларның функцияләре үзгәрү очаның төзелеше үзгәрүенә китерә. Мускулларның эш башкару арасы кыскара. Бу туры басып йөрү камилләшә барудан очаның янбаш сөяге борылу барлыкка килү аркасында мөмкин була (90 нчы рәсем, *А*). Шуның нәтиҗәсендә хәзерге кешенең очасы касә формасында. Эчке органнарның күбесе очаның янбаш сөякләре арасында урнаша. Гәүдә кыскара, ә массаның үзәге оча-бот буыннарына якыная. Оча мускулларына йөкләнеш (нагрузка) кими.

Туры басып йөрүгә бәйле рәвештә, кешенең оча сөяге түбәнге өлеше шактый зурайган *S*-сыман бөгелешле умырткалык өчен терәк булып әверелә. Баш артындагы зур тишем баш сөягенең түбәнге өлешенә күчә. Очлыкларның пропорцияләре үзгәрә. Табан үзенең эләктерү сәләтен югалта. Чук сөякләре, киресенчә, маймылларныкына караганда ныграк үсеш ала (90 нчы рәсем, *Б*). Скелет үзгәрү белән, эчке органнарның урнашуы да үзгәрә.



90 нчы рәсем. Кеше һәм шимпанзеның тән төзелешендәге аерымлыклар. *А* — очаның янбаш сөякләре борылышы; *Б* — чук (*1*) һәм табан (*2*, *3*) сөякләре төзелешендәге үзгәрешләр; *В* — баш миенең зурлыгы һәм төзелешенең үзгәрешләре

Кешедә ныграк үсеш алган интеллект, тукланудагы аерымлыклар кеше белән маймылның баш сөяге, баш мие, казналыклар һәм тешләре зурлыгында, шулай ук пропорциясендә аерымлыклар барлыкка килүгә сәбәп була. Эволюция барышында кешенең казналыклары эләктерү функциясен тулысынча югалта, кыскара һәм көчсезләнә. Казык һәм урт тешләре кечерәя. Күз өсте чыгынтысы һәм маймылларда көчле казналык мускуллары береккән баш сөяге сыртлары юкка чыга.

Кешенең баш мие һәм ми тартмасы кешесыман маймылларныкына караганда 2—2,5 тапкыр зуррак (90 нчы рәсем, *В*). Кешенең баш мие югары төзелешле. Аның маңгай, түбә һәм чигә өлешләре ныграк үсеш алган, алар фикерләү, үз-үзеңне тотыш һәм сөйләм белән идарә итү функцияләрен тормышка ашыра.

Приматларның үз-үзен тотышы. Маймылларның үз-үзен тотышына кешегә хас үзенчәлекләр, мәсәлән, үзен катлаулы социаль структура төркеме буларак тоту, эш коралларыннан файдалану сәләте кебек үзенчәлекләр белән охшаш аерым билгеләр хас.

Маймылларның күпчелек төрләре төркемләшеп яшиләр. Төркемнәргә иерархия — кайбер затларның икенчеләре өстеннән, ә алар үз чиратында өченчеләреннән өстенлек итүгә корылган үзара мөнәсәбәтләр системасы хас. Маймылларга күмәкләшеп эш итү (саклану, үзара ярдәмләшү) хас, кайчак ауны шактый ук оешкан төстә башкару күзәтелә.

Бер төркемдә яшәүче маймыллар үзара бер-берсенә бик нык ияләшә. Алар, ачык сөйләмгә ия булмауга карамастан, бер-берсен сәламли һәм күңелен күтәреп җибәрә, ихтирам итүне яки канәгатьсезләнүне күрсәтә алалар. Бу вакытта маймыллар эмоцияләрен белгертүче төрле мимикалардан, ишарә, поза, авазлардан файдаланалар. Көтү булып яшәүче кайбер маймылларның билгеле бер мәгънәгә ия 20 дән артык тавыш сигналы бар.

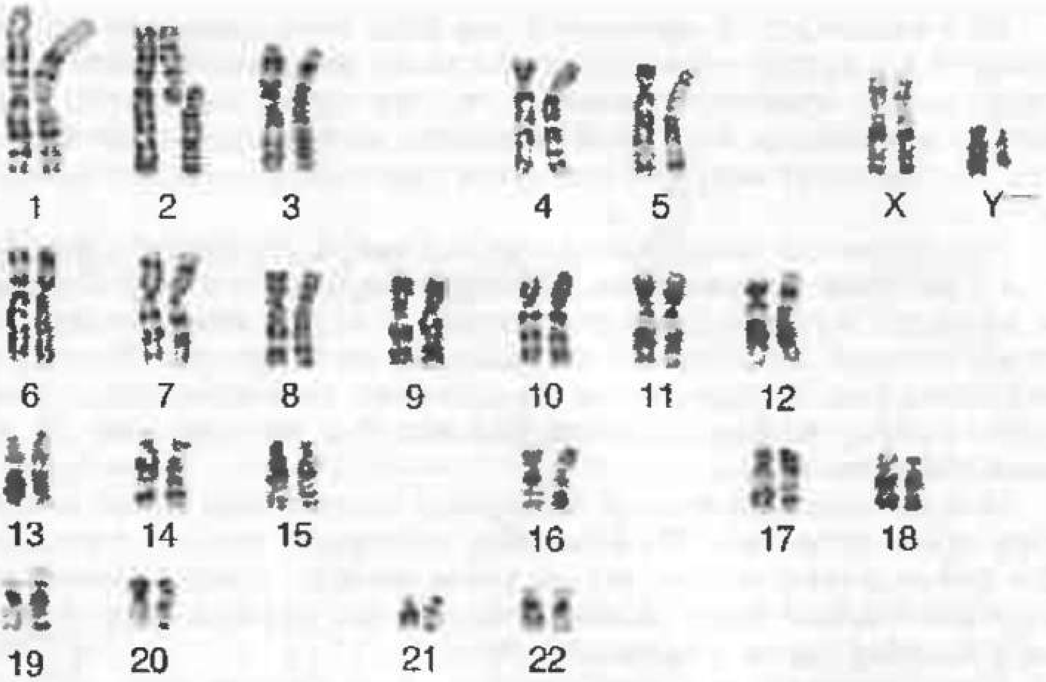
Маймылларның тавыш аппараты кешегә хас төрле авазлар чыгарырга җайлашмаган. Маймыллар чыгарган тавыш сигналларының кеше сөйләшүеннән төп аерымлыгы шунда: алар һәрвакыт конкрет ситуациягә бәйле була. Кеше сөйләме исә шушы ситуациядә булмаганны да аңлатырга мөмкинлек бирә.

Имезүчеләрдә, гомумән алганда, күнекмәләр шартлы рефлекслар булдыру, охшатырга тырышу юлы белән, шулай ук сынау һәм ялгышулар аша формалаша. Приматларның үз-үзен тотышы, инстинктларга нигезләнүдән бигрәк, төркем эчендә алынган күнекмәләргә нигезләнә. Кешесыман маймыллар эшлисе гамәлен алдан сынап карамыйча да башкарып чыга ала. Шундый очрак билгеле: читлек эчендә утырган шимпанзе, читлек артында яткан бананны үзенә тартып китерү өчен, ике таякны бергә ялгарга кирәклеген чамалый. Төрле әйберләр белән эш итүнең яңа алымнарын башка маймыллар да шактый тиз отып ала, һәм бу — төркемнең үз-үзен тотышы билгесе булып әверелә. Япония макакалары көтүендә бер ана маймыл тамыразыкларны ашар алдыннан суда чайкап алганнан соң, бу гамәлне башка затлар да бик тиз отып ала.

Маймыллар еш кына табигый предметларны «куллану» максатында файдалана. Ч. Дарвин тешсез карт ана шимпанзеның азыкны ваклау өчен ничек итеп таштан файдалануын күзәтә. Маймыл эшен бетергәннән соң, ташны яхшылап яшерә һәм аның янына беркемне җибәрми.

Маймылның бер табигый предметны икенчесе ярдәмендә камилләштерергә омтылган бер очрагы да билгеле түгел. Шуңа күрә маймыллар тарафыннан табигый предметларны үзләренең ихтыяҗларын канәгатьләндерү өчен файдалану процессын предметлы эшчәнлек дип әйтү кабул ителгән. Корал белән эшчәнлек бер эш коралын икенчесе ярдәмендә ясауны күз алдында тота. Маймыллар, күрәсең, башкаларны нинди дә булса эшкә максатчан өйрәтергә дә сәләтсездер. Бу — фәкать кешегә генә хас сыйфат.

Цитогенетик мәгълүматлар. Барлык эре кешесыман маймылларда хромосомаларның диплоидлы саны 48 гә тигез. Кешенең диплоидлы җыелмасы 46 хромосомадан тора. Кешедә икенче хромосоманың ике иңе маймылларның ике аерым хромосомасына (шимпанзеның 12 нче һәм 13 нче, горилла һәм орангутанның 13, 14 нче хромосомаларына) туры



91 нче рәсем. Кеше һәм шимпанзе хромосомалары.
Һәр парда *сулда* — кеше хромосомасы, *уңда* — шимпанзе хромосомасы

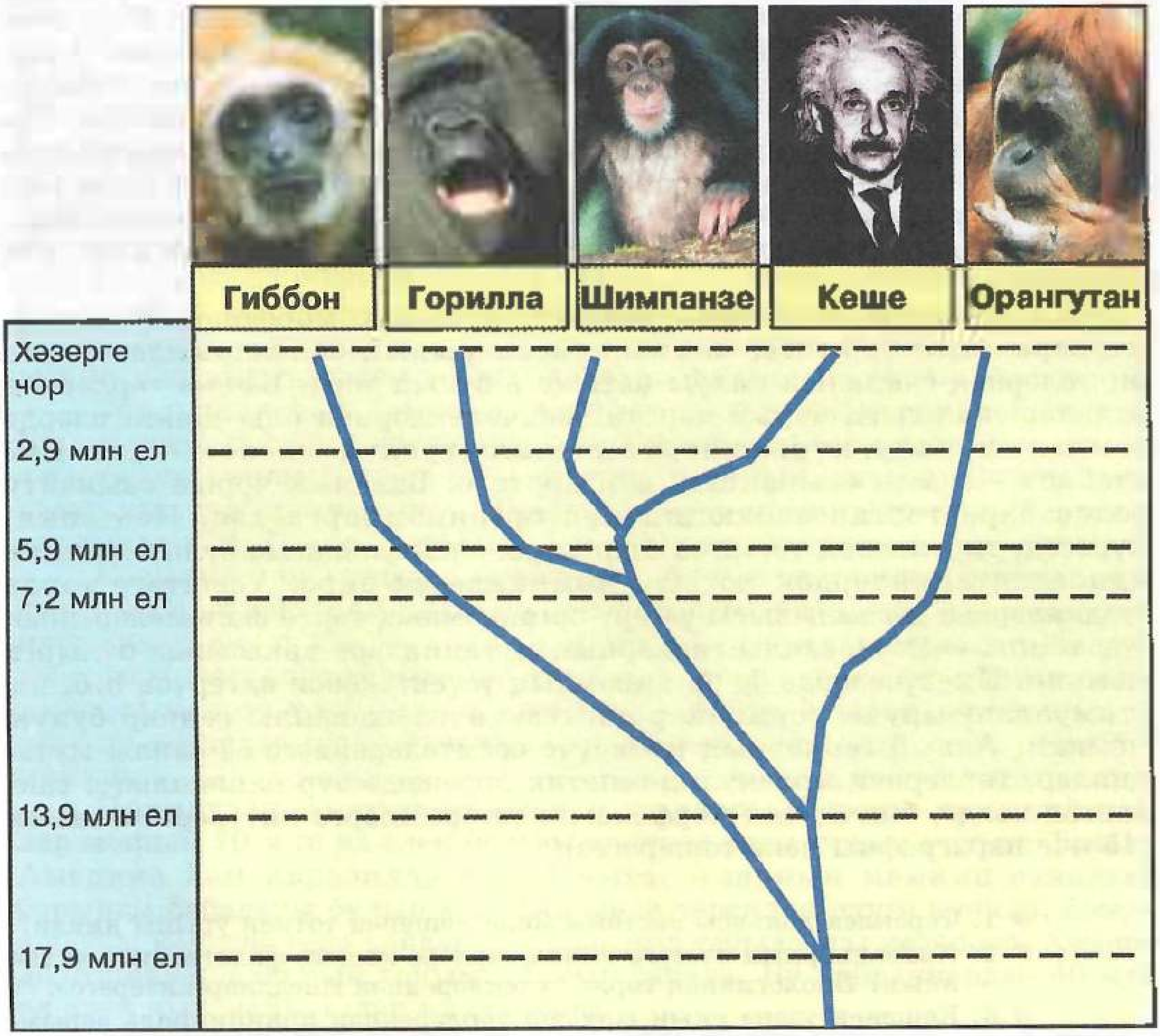
килә. Кешенең икенче хромосомасы, эволюция барышында кешенең һәм кешесыман маймылларның уртак бабасында булып, соңгыларында хәзергә кадәр сакланып калган гомологик булмаган ике хромосома кушылу нәтиҗәсендә барлыкка килгән. Кариотипларның башка аерымлыклары аерым хромосомаларның структураларына кагыла, һәм ул башлыча аларның өземтәләре инверсияләре аркасында була (91 нче рәсем).

Молекуляр биология мәгълүматлары. Кеше һәм шимпанзеның күп кенә гомологик аксымнарында аминокислоталар эзлеклелегенең охшашлыгы 99 % тан артып китә. Кан группаларының якынлыгы, күп аксымнарның (мәсәлән, гормоннарның) бер-берсен алыштыра алуы, бертөрле авырулар шуның нәтиҗәсе булып тора.

Молекуляр биология өлкәсендә мөһим ачыш булып кайбер аксымнарның эволюциясе тизлегенең даимилеген ачыклау булды. Аксым эволюциясе турында сөйләгәндә, бу аксымны кодка салучы генда бериш нуклеотидларның икенчеләренә алмашынуы аңлашыла. Аксым эволюциясенең тизлеге бер вакыт берәмлегендә (млн ел) барган нуклеотид алмашулар саны белән күрсәтелә. Әгәр аксымның функциясе бик үзенчәлекле һәм күптән урнашкан булса, андый аксым организмнарның төрле филогенетик линияләрендә даими тизлек белән эволюцияләнә. Бу факт ырудашлык дәрәҗәсен бәяләргә, шулай ук биологик төрләрнең дивергенциясе эзлеклелеген һәм вакытын ачыкларга мөмкинлек бирә. Мондый аксымнарның мисалы булып митохондрияләрдә электроннарны күчерүчеләр, гемоглобинның α- һәм β-чылбыры аксымнары хезмәт итә (43 нче параграфны да карагыз).

Кешесыман маймыллар һәм кеше глобиннарының геннарын чагыштыру иң зур аерымлык (3,5 %), бер яктан, орангутан ДНКсы, икенче яктан, горилла, шимпанзе һәм кеше ДНКсы арасында булуын күрсәтте. Берникадәр кимрәк аерымлык (1,8 %) шимпанзе һәм кеше глобиннары белән чагыштырганда горилла глобиннары геннары өчен икәнлеге ачыкланды. Күрсәтелгән геннарда иң аз аерымлык (1,6 %) кешедә һәм шимпанзеда булуы беленде.

Глобин геннарын чагыштыру нәтиҗәләре буенча гоминоидларның филогенетик шәҗәрәсе төзелде (92 нче рәсем). Бу шәҗәрә буенча, эволюциянең Африка кешесыман маймыллар линиясеннән кеше линиясе аерылу 6—8 млн ел элек булган булырга тиеш.



92 нче рәсем. **Гоминоидларның глобиннар геннарының структурасына нигезләнгән филогенетик шәҗәрәсе**

Шулай итеп, кеше һәм кешесыман маймылларның дивергенциясе молекула һәм хромосома дәрәҗәсендә аз беленә. Молекуляр-биологик һәм цитогенетик мәгълүматларга гына таянып эш иткәндә, кешене һәм шимпанзены бер ыруг вәкилләре дип исәпләргә мөмкин. Шуңа карамастан үз-үзен тотышындагы һәм эшчәнлегендәге аерымлыклар, шулай ук морфологик аерымлыклар систематикларны кеше һәм кешесыман маймылларны төрле ыругларга гына да түгел, бәлки төрле семьялыкларга кертергә мәҗбүр итә. Күрәсең, бу төрләрнең дивергенциясе моментыннан башлап узган якынча 6—8 млн ел эчендә кеше морфология һәм үз-үзен тотышы ягыннан гадәттән тыш тиз эволюцияләнә, ә шулвакытта молекуляр эволюция гадәти темплар белән уза.

Үсеш биологиясе мәгълүматлары. Шимпанзе балаларының кешегә хас билгеләре бар. Үсә барган саен, бу билгеләр югала бара. Кешенеке кебек, шимпанзе баласының да тәне сирәк йон белән капланган. Аларның баш мие чагыштырмача зур (тән массасы белән чагыштырганда), һәм ул кабарынкы баш сөяге эченә урнашкан. Баш сөякләре юка, күз өсте чыгынтысы һәм баш арты сыртлары нык беленми. Казналыклары азрак алга чыгып тора, тешләре зур түгел. Баш түбәсе тишеме баш сөягенең урта өлешеннән түбәнрәк урнашкан. Шимпанзе балалары 3 яшькә кадәр олы затларга караганда арткы очлыкларына яхшырак басып йөри.

Галимнәр исәпләвенчә, кешенең күп кенә морфологик үзенчәлекләре аның борынгы маймыл бабаларының балаларында булган билгеләрнең сакланып калуы нәтиҗәсе булып тора. Башка төрләрнең балаларында гына очрый торган үзенчәлекләрнең олы яшьтәгеләрдә сакланып калу күренеше *неотения* (грекча «неос» — яңа һәм «тейно» — сузам, озынайтам) дип йөртелә. Балалык чорын озынайту белән бара торган эволюция күп организмнарга хас. Неотения, күрәсең, тереклекнең үзгәргән шартлары өчен файдасыз булып чыккан идиоадаптацияләрдән котылу мөмкинлеген бирә. Үсештәге төрле стадияләрнең дәвамлылыгы үзгәрү организмның төрле системаларының үсү темпы өчен җаваплы геннарның мутацияләре аркасында булырга мөмкин. Имезүчеләрдә бу организмның үсүен, җенси өлгерүен һ.б. ны стимуллаштыручы гормоннар синтезы өчен җаваплы геннар булуы мөмкин. Андый геннарның көйләүче өземтәләрендәге аз санлы мутацияләр, төрләрнең молекуляр-генетик дәрәҗәдә зур охшашлыгы сакланган хәлдә, бик җитди морфологик үзгәрешләргә китерергә мөмкин (45 нче параграфны искә төшерегез).

- 1. Тереклек дөньясы системасында кешенең тоткан урыны нинди?
- 2. Хайваннарның хәзерге нинди төрләре кешегә филогенетик яктан якын? Биологиянең төрле бүлекләреннән мисаллар китерегез.
- 3. Кешенең үзенә якын ырудаш төрләреннән принципиаль аерымлыкларын әйтегез.
- 4. Кеше һәм Африка кешесыман маймылларының молекуляр һәм хромосома дәрәҗәләрендә сизелер-сизелмәс дивергенциясе кеше һәм шимпанзены бер ыруг вәкилләре дип исәпләргә мөмкинлек

бирә, ләкин морфологик һәм үз-үзен тотышындагы аерымлыклар аларны төрле семьялыкларга кертергә мәҗбүр итә. Бу ситуациягә аңлатма бирегез.

5. Уйлагыз: неотения юлы белән барган эволюция баш миенең үсеше өчен нинди өстенлекләр бирә?

§63. Приматлар эволюциясенең төп этаплары

Теләсә нинди төрнең бабалары турында төп белем чыганагы булып организмнарның казылма калдыклары исәпләнә. Гоминидларның ташка әйләнгән табылдыклары кешенең нәсел башын ачыклады һәм аның кайда, кайчан һәм кемнән килеп чыкканлыгы турындагы сорауларга җавап табарга мөмкинлек бирде.

Кешелек тарихын белү методлары. Организм үлгәч үк күмелгән очракта, аның калдыклары яхшырак саклана. Вакыт узу белән, сөяктәге аксым суда эрегән кальцийлы һәм кремнийлы минераллар белән алмашына. Сөякләр тагын да ныгый төшә, ташка әверелә. Табылган сөяк кисәкләре буенча галимнәр, башта скелетны, аннан соң тәннең череп таркалган йомшак тукымаларын ясап, табылдык җан иясен яңадан элеккеге кыяфәтенә кертәләр.

Организмнарның эволюцион үсеше линияләрен реконструкцияләү өчен, ташка әверелгән казылма калдыкларның яше зур әһәмияткә ия. Яшьне билгеләү өчен, еш кына казылма калдыкларның радиоактивлыгын үлчәүгә нигезләнгән методлардан файдаланалар.

Төрләрнең һәм башка таксоннар дивергенциясенең вакытын бәяләү өчен, палеонтологик мәгълүматлар белән беррәттән, молекуляр дәрәҗәдәге тикшеренүләр нәтиҗәләрен дә файдаланалар. Бу максатта хәзер яшәүче организмнар ДНКсы белән ташка әверелгән казылма калдыклар ДНКсының фрагментларын чагыштыралар.

Казылма калдыкларга ияреп чыккан предметларны, матди мәдәният әзләрен өйрәнеп тә, кешенең борынгы бабалары турында күп мәгълүмат тупларга була. Эш кораллары, торак урыннары, бизәнү әйберләре, борынгы аучыларның тукталу урыннарындагы хайван сөякләре, кыяларга төшерелгән рәсемнәр — болар барысы да тарихкача яшәгән кешеләрнең тормышы һәм эчке дөньясы турында сөйләргә мөмкин.

Приматлар эволюциясенең төп этаплары. Беренче ярыммаймыллар моннан 70 млн ел элек бердәм континентны тәшкил иткән Төньяк Америка һәм Евразиядә килеп чыга. Аларның мөмкин саналган борынгы бабалары булып агач башында тереклек итүгә күчкән, бөҗәк ашаучы кечкенә генә хайванның казылма табылдыгы исәпләнә. Хәзерге долгопятлар аларның токымы булып санала. Бу хайваннардан 40 млн ел элек чын маймыллар килеп чыга.

Гоминоидларның эволюцион линиясенә караган иң борынгы чорның ташка әйләнгән казылма табылдыклары (болар башлыча баш сөяге кисәкләре) Көнчыгыш Африкада табыла. Аларның яше 25 млн ел чамасы. Хәзерге кешесыман маймылларга һәм кешегә алып килгән

юлның башлангыч ноктасы итеп *дриопитекларны* — Африкада килеп чыккан һәм аннан Европага таралган кешесыман маймылларның казылма табылдыкларын исәпләү кабул ителгән. Дриопитеклар зурлыклары белән кечкенә шимпанзеларга якын торалар. Алар дүрт очлыкта хәрәкәтләнгәннәр, агач башында яшәгәннәр (дриопитек «агач маймылы» дигәнне аңлата), җиләк-җимеш белән тукланганнар. 12 млн ел элек дриопитекларның күп төрләре барлыкка килә. Африка һәм Азия гоминоидларының эволюцион линияләре аерылуы да якынча шул чорларга туры килә.

Шулай итеп, ташка әверелгән казылма табылдыклар ярдәмендә приматларның ярыммаймыллардан алып иң беренче кешесыман маймылларга кадәр узган эволюцион юлын күзәтергә мөмкин. Алга таба палеонтологик елъязмада казылма табылдыкларга ярлы чор башлана. Эш шунда ки, 12—4 млн еллык (ташка әверелгән казылма табылдыкларны эзләү өчен кирәкле дәвер) тау токымнары җир өстенә якын катламнарда сирәк очрый. Шуңа карамастан эзләнүләр дәвам итә; күптән түгел 6 млн ел элек яшәгән тереклек иясенең очлыкларының кисәкләре һәм берничә теше табылды.

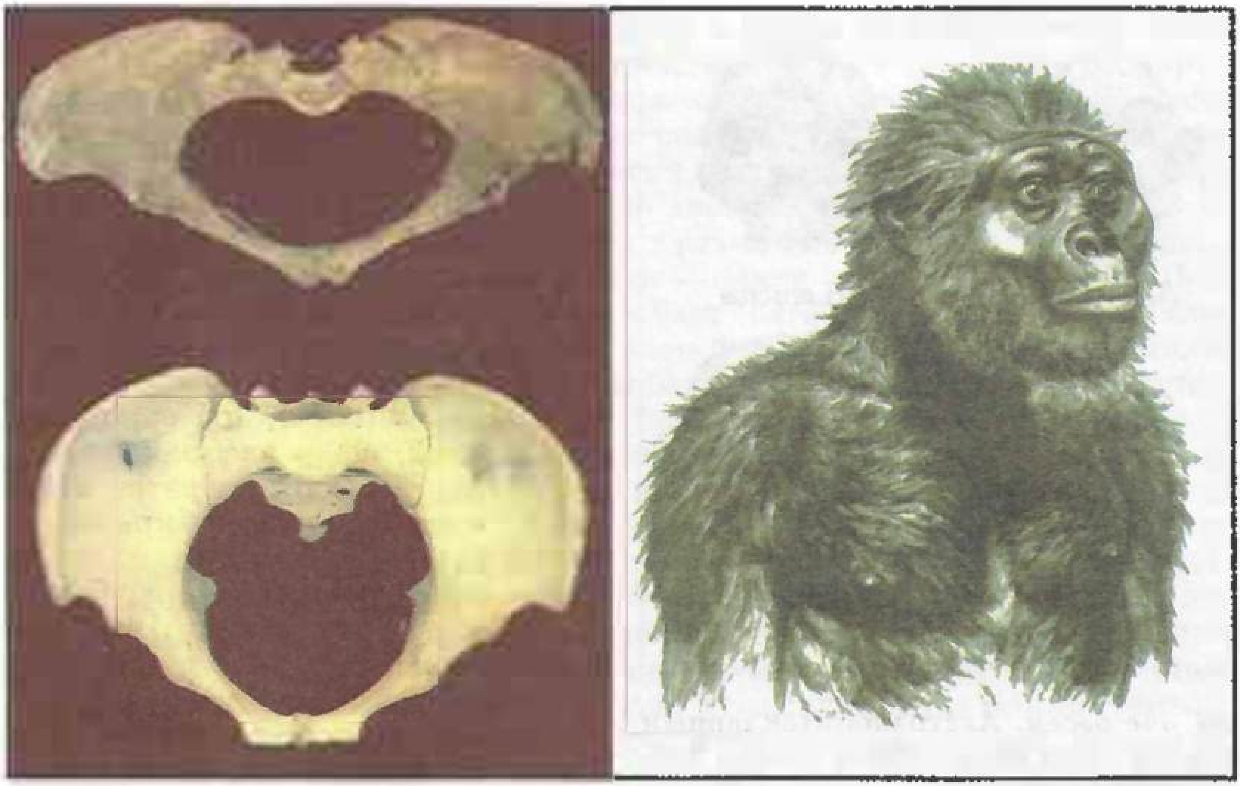
25—5 млн ел элек булган дәвердә шактый гына географик үзгәрешләр була. Антарктика боз белән каплана. Дөнья океаны өсте тигезлеге түбәнәя. Климат салкыная һәм корылана бара. 8 млн ел элек Җир кабыгында Антарктикадан башланып Африка аша Азиядәге Үле диңгезгә таба юнәлгән гаять зур ярылу барлыкка килә. Шушы вакыйгалар нәтиҗәсендә Африканың элек урманлы яссы таулыктан торган көнчыгыш өлеше иңә һәм сирәк кенә агачлар үсеп утырган, биек үләннәр белән капланган ялангa — саваннага әверелә.

Геологик катаклизм борынгы кешесыман маймылларны ике төркемгә бүлә. Калку урыннарда яшәп калган маймыллар агач башларында яшәүләрен дәвам итәләр. Аларның токымнары — хәзер яшәүче горилла һәм шимпанзе.

Маймылларның башка төркеме саваннага күчә. Алар ачык урында яшәргә җайлаша башлый. Болар — *австралопитеклар* — иң беренче Көнчыгыш Африкада килеп чыккан маймылсыман тереклек ияләре була.

Австралопитеклар. 1924 елда Йоханнесбург университетының анатомия профессоры Реймонд Дарт Африканың көньягында бөтен сөт тешләре һәм чыга башлаган урт тешләре сакланган баш сөяген таба. Баш арты тишеменең урнашуы буенча ул туры басып йөрүче тереклек иясе булырга тиеш. Ләкин күп кенә анатомик үзенчәлекләренә карaганда, ул кеше баласына да, хәзерге маймыллар баласына да туры килми. Дарт баш сөягенең иясен Australopithecus africanus — Африканың көньяк (латинча «аустралис») маймылы (грекча «питекус») дип атый.

Шул дәвердән бирле Африка саваннасының төрле урыннарында кимендә 500 затның казылма калдыклары табыла. Ташка әверелгән иң борынгы табылдык — Кениядә табылган австралопитек казналыгының кисәкләре. Аңа 5,5 млн яшь. Ташка әверелгән табылдыклардан күренгәнчә, Африка территориясендә австралопитекларның берничә төре яшәгән.



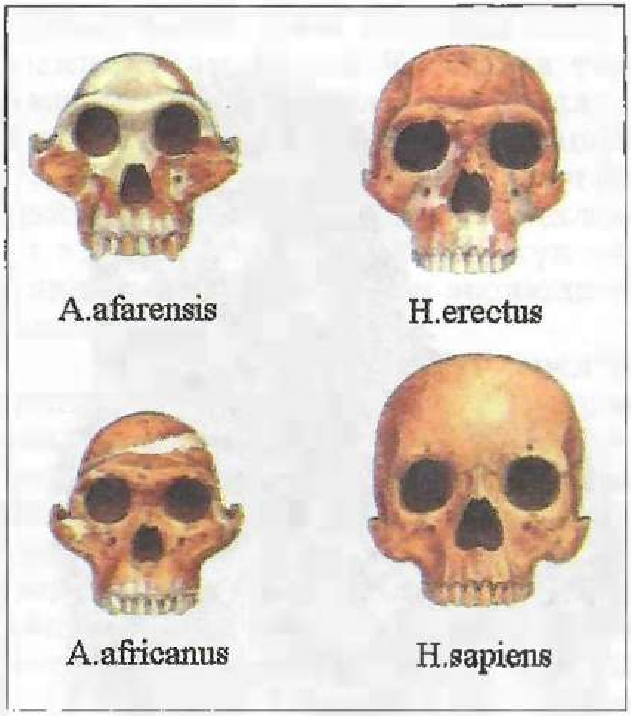
А Б

93 нче рәсем. Афар австралопитегы.
Чагыштыру өчен: *А* — ана австралопитекның оча сөяге (*өстә*); хәзерге хатын-кызның оча сөяге (*аста*); *Б* — тышкы кыяфәтенең реконструкциясе

Афар австралопитегы. Австралопитекларның ташка әверелгән казылма табылдыкларына бай һәм иң билгеле урын — Эфиопиядәге Афар чүле. Анда табылган ташка әверелгән калдыклар, тикшеренүчеләр фикеренчә, Australopithecus afarensis (Афар австралопитегы) дип аталган бер төргә карый. Бу төр моннан 4—3 млн ел элек яшәгән дип уйланыла.

Афар австралопитегының ташка әверелгән иң билгеле табылдыгы булып олы ана зат скелеты исәпләнә. Скелетны 1974 елның ноябрендә Эфиопиянең төньягында Америка галимнәре таба. Аның яше якынча 3,5 млн ел. Казылма табылдыкның аеруча әһәмияте шунда: скелет сөякләренең 40 % ы сакланган. Кешенең туры басып йөрүче борынгы бабаларының төрле вакытларда табылган барлык казылма калдыкларыннан тулырак скелетлы иң борынгы табылдыгы шул була.

Австралопитекның оча сөякләре урнашуы, оча-бот һәм тез буыннарының төзелеше аның һәрвакыт ике аякта йөрүен дәлилли (93 нче рәсем, *А*). Туры басып йөрү 4 млн ел элек, ә бәлки иртәрәк тә формалашкан булуы ихтимал. Әлеге фаразны 1977 елда Танзаниядә табылган туры басып йөрүче приматның ташка әйләнгән аяк эзләре дәлилли. Бу 3,7 млн ел элек, вулкан атканнан соң, җиргә яңа төшеп кунган көл өстеннән атлап узган ике гоминидның 23 м арада сакланган эзләре була.



94 нче рәсем. Австралопитекларның (*сулда*) һәм кешеләрнең (*уңда*) баш сөякләре төзелеше

Австралопитеклар җирдә ике аякта йөргәннәр. Әмма шактый вакытларын агач башында уздырган булырга тиешләр. Аларның озын куллары, аяк һәм кул бармакларының сөякләре аз гына бөгелгән булуы шул турыда дәлилли. Ихтимал, австралопитеклар, җир өстендәге ерткычлардан сакланып, агачка үрмәләргә мәҗбүр булганнардыр.

Скелетның яхшы саклануы аркасында, афар австралопитекларының тышкы кыяфәтен шактый төгәл торгызуга ирешелә. Алар буе 1—1,3 м һәм массасы уртача 30 кг булган туры басып йөрүче кечерәк шимпанзега охшаш булганнар. Баш миенең күләме шимпанзеныкыннан бераз гына зуррак булган һәм уртача 410 $см^3$ тәшкил иткән. Ата затлар аналарыннан эрерәк булган. Афар австралопитекларының йөз төрышына маймыл билгеләре хас — түбән маңгай, күз өсте чыгынтысы, яссы борын, алга чыгып торган казналар (93 нче рәсем, *Б*).

Афар австралопитеклары төрле азык белән тукланганнар. Аларның теш төзелешендәге үзенчәлекләр: зур кискеч һәм казык тешләр (94 нче рәсем), алгы тешләре аралы булу, урт тешләрдә эмальнең нык ашалуы шуны дәлилли. Австралопитеклар азык итеп җиләк-җимешләр, бүлбе, үсемлек орлыклары, шулай ук хайван ите файдаланганнар. Корылыклар вакытында үсемлек азык азайгач, ит белән тукланганнар. Австралопитеклар, мөгаен, азык итеп ерткычлар табышыннан калган сөякләрне һәм мие белән баш сөяген дә файдаланганнардыр. Ерткычлар бу сөякләрне тешләре белән ваклый алмаган. Сөяк җилеген яки баш миен алу өчен, австралопитеклар таштан файдаланырга мәҗбүр булганнар. Моны табылган хайван сөякләрендә ерткычларның теш эзләре һәм таш белән бәргәннән калган эзләр раслый.

Австралопитекларның башка төрләре. Якынча 3 млн ел элек Африка территориясе буйлап Australopithecus africanus төре таралып урнаша. Бу төрнең ташка әверелгән казылма табылдыкларының күбесе Көньяк Африкада табыла. Тышкы кыяфәтләре белән Африка австралопитеклары афар австралопитекларына охшаш була: буйлары 1—1,3 м, массалары 20—40 кг. Афар австралопитекларыннан Африка австралопитеклары урт тешләре зуррак һәм казык тешләре кечерәк булу белән аерылып торганнар (94 нче рәсем). Күрәсең, алар күбрәк үсемлек азык белән тукланганнардыр. Australopithecus africanus төренә кергән затлар моннан 2 млн ел элек үлеп беткәннәр.

2,5—1 млн ел элек, нәфис гәүдәле Африка австралопитегы белән бервакытта зур гәүдәле австралопитекларның ике төре яши. Болар — Көньяк Африкадагы Australopithecus robustus (куәтле австралопитек) һәм Australopithecus boisei (Бойс австралопитегы). Соңгысы Көнчыгыш Африкада галимнәрнең экспедициясен финанслаучы инглиз эшмәкәре хөрмәтенә шулай атала. Зур гәүдәле австралопитекларның буе 1,8 м, массасы 80 кг га җитә. Баш миенең күләме 550 $см^3$ чамасы. Табылган баш сөякләренең үзенчәлекле билгесе — көчле чәйнәү мускуллары һәм массив казналыклары тоташкан биек баш сөяге сырты. Бу үзенчәлекләр зур гәүдәле австралопитекларның үлән белән тукלануларын дәлилли. Тышкы кыяфәтләре белән алар туры басып йөрүче гориллаларга охшаш була.

Австралопитекларның эволюциясе. Австралопитекларның төрле төрләренең теш һәм казна төзелеше аларның эволюциясе үсемлек белән туклануга җайлашу юнәлешендә баруын күрсәтә. Соңрак барлыкка килгән австралопитекларның төп көндәшләре, барыннан да бигрәк, саваннаның үлән белән тукланучы башка хайваннары булгандыр. Үлән белән тукланучы хайваннарны ээзәрлекләүче ерткычлар да аз куркыныч тудырмагандыр. Шулай итеп, австралопитеклар, бер яктан, ялан җирдә яшәүгә ныграк җайлашкан үлән белән тукланучы дүрт аяклы хайваннар тарафыннан кысрыкланса, икенче яктан, төрле азык белән тукланучы һәм яшәү сәләте зуррак организмнар тарафыннан кысрыклана. Австралопитеклар, бу конкуренциягә чыдый алмыйча, 1 млн ел элек үлеп бетәләр.

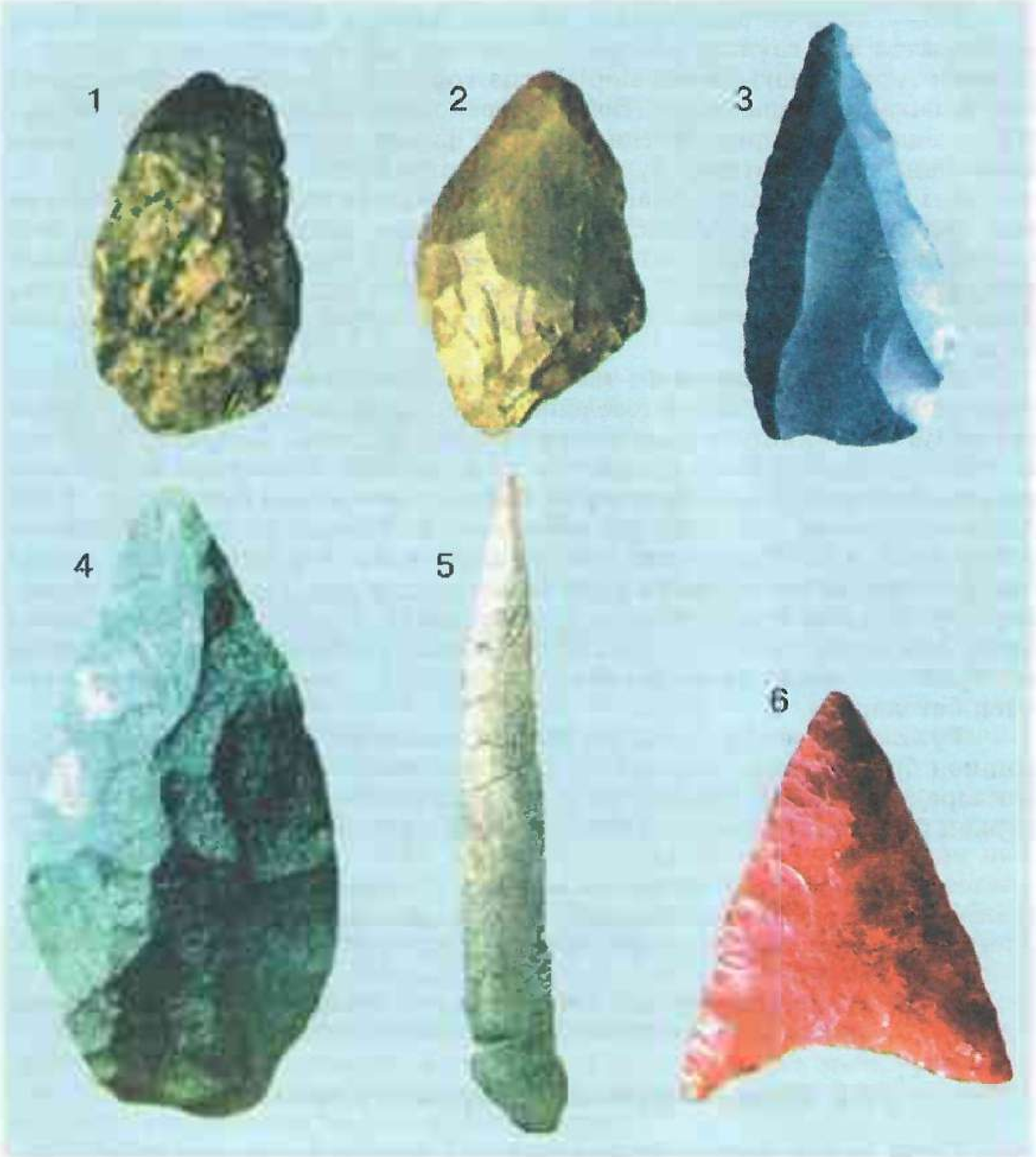
Туклану буенча афар австралопитеклары начаррак специальләшкән була. Бу факт шулай ук казылма сөякләрнең күп кенә үзенчәлекләре афар австралопитеклары кеше ыругына кергән беренче вәкилләрнең борынгы бабалары булган дип уйларга мөмкинлек бирә.

- 1. Приматлар эволюциясенең төп этапларын әйтеп бирегез.
- 2. Австралопитекларның ташка әверелгән табылдыкларын тасвирлагыз. Бу тереклек ияләренең яшәү рәвеше турында нәрсә билгеле?
- 3. Австралопитеклар ни өчен үлеп беткәннәр? Австралопитекларның нинди төре Homo ыругының борынгы бабасы булуы мөмкин?

§64. Homo ыругының беренче вәкилләре

Туры басып йөрүче приматларның ташка әверелгән табылдыкларын чагыштыру австралопитеклар белән беренче кеше арасында төгәл чик үткәрергә мөмкинлек бирми. Кеше төрле эш коралларын ясавы һәм актив куллануы белән хайваннардан аерылып торганлыктан, казып табылган ике аяклы приматларның «кешелеген» гомумтаныткан критерий булып аларның корал белән эшләү эзләре хезмәт итә.

Эшли белүче кеше. 1959 елда Олдувай тарлавыгында (Танзания) гади эш кораллары — ясалма эшкәртелгән эзләре күренеп торган ташлар табыла (95 нче рәсем, *1*). Алар соңрак яшәгән австралопитекларның ташка әверелгән табылдыклары сакланган катламда табылсалар да,



95 нче рәсем. Борынгы кешеләр ясаган таш кораллар.
1 — эшли белүче кеше ясаган кискеч таш; *2* — туры басып йөрүче кеше ясаган кискеч таш; *3* — неандерталец очлаган таш; *4—6* — кроманьонец ясаган таш очлык

австралопитекларның чук сөякләренең төзелешен җентекләп өйрәнү, аларның ташларны эшкәртә алуларына шик тудыра.

Олдувай коралларын эшләүчеләрнең ташка әверелгән калдыклары XX гасырның 60 нчы елларында инглиз тикшеренүчесе Луис Лики тарафыннан табыла. Табылган тереклек ияләренең бик борынгы таш

коралларны ясаучылар булганнарын ассызыклау өчен, аларга Homo habilis — эшли белүче кеше исемен бирәләр. Шул вакыттан башлап, бу төрнең 60 ка якын казылма калдыклары табылды. Аларга 1,5—2 млн яшь.

Эшли белүче кешенең буе 1,5 метрдан артмый һәм массасы 50 кг га җитә. Күз өсте чыгынтысы, яссы борыны, алга чыгып торган казнасы аңа элеккечә маймыл кыяфәтен бирә. Ләкин австралопитеклар белән чагыштырганда эшли белүче кешенең башы йомрырак була, баш мие зуррак һәм уртача күләме 650 см^3 га җитә (хәзерге кешедә баш миенең күләме 1000—2000 см^3). Табылган баш сөякләрен җентекләп тикшерү шуны күрсәтә: минең күләме арту, барыннан да бигрәк, зур ярымшарларның маңгай һәм түбә өлешләре зураю белән бәйле. Эшли белүче кешенең миендә хәзерге кешедә сөйләмне контрольдә тотучы структуралар була, ләкин бугаз, күрәсең, хәзерге кешегә хас булганча, төрле авазлар чыгарырга сәләтсез булгандыр.

Австралопитеклардан аермалы буларак, эшли белүче кеше үзе өчен гади генә кечкенә куышлар төзи башлый. Бу турыда Олдувайда табылган, диаметры 4 м га тигез булган ташлардан ясалган түгәрәк раслый. Ташлар, мөгаен, куышның каркасын төзегән ботакларны җиргә кысып тоту хезмәтен үтәгәндер. Мондый гади генә куыш моннан 1,8 млн ел элек төзелгән булырга тиеш.

Эшли белүче кешеләр яшәгән урыннарда ясалма эшкәрткән эзләре булган күп санда ташлар табыла. Борынгы эшли белүчеләр ташны ташка бәргәндә яхшы уала торган каты тау токымнарын файдаланганнар. Алардан кешеләр ит кисү һәм сөякләрне ваклау өчен тупас кискечләр, тире эшкәртү өчен кыргычлар, таш чүкечләр ясаганнар.

Шулай итеп, якынча 2 млн еллар элек ике аяклы приматлар системалы рәвештә таштан эш коралларын ясый башлыйлар. Шул вакыттан башлап һәм 5 мең елга кадәр элек кешелек технологиясендә таш өстенлек итә. Шуны әйтергә кирәк: иң гади таш корал ясау өчен генә дә, башта аны күз алдына китерү сорала. Ә бу инде — абстракт фикерләүгә таба бер адым дигән сүз. Эшли белүче кешене хаклы рәвештә Homo ыругының беренче вәкиле һәм туры басып йөрүче кеше төренең турыдан-туры борынгы бабасы дип саныйлар.

Туры басып йөрүче кеше. Дарвинның «Кешенең килеп чыгышы һәм җенси сайланыш» дигән китабы басылып чыкканнан соң озак та үтми, дарвинизмны популярлаштыручы Эрнст Геккель, теоретик фикерләүләргә нигезләнеп, кешенең эволюцион шәҗәрәсен төзи. Анда маймыл белән кеше арасында урта буын сыйфатында Геккель питекантроп (грекча «питекантропус» — маймыл-кеше) дип йөртелүче тереклек иясен күрсәтә.

Дарвин идеяләре белән мавыккан һәм Геккель хезмәтләре тәэсирендә бирелгән Голландия галиме Эжен Дюбуа җитмәгән буынның казылма калдыкларын эзләргә керешергә уйлый. Ул Көньяк-Көнчыгыш Азиягә юл тота һәм Ява утравында 1891 елда 700 мең еллар элек яшәгән питекантропның ташка әверелгән сөякләрен таба. Бу табылдык кешенең казылма кешесыман маймылдан килеп чыгуы турындагы гипотезаны раслаучы беренче дәлил булып тора.

ЭЖЕН ДЮБУА (1858 — 1940) — Голландия антропологы. 29 яшендә, Амстердам университетында укыткан чагында, Индонезиягә юл тота, анда фән тарихында иң зур эзләнүләрне — кешесыман маймыллар һәм кеше билгеләрен берләштергән җан ияләрен эзләүне башлап җибәрә. 1891 елда Дюбуаның тырышлыгы уңышлы тәгәлләнә: Соло елгасы ярында (Ява утравы) туры басып йөрүче кешенең ташка әверелгән беренче калдыкларын таба.

XX гасырда питекантроп калдыклары Явада гына түгел, бәлки Кытайда, Европада, Көнчыгыш Африкада да табыла. Ташка әверелгән калдыкларның кайда табылуына карап, аларны явантроплар, синантроплар, гейдельберг кешесе һ.б. дип йөртәләр. Ташка әверелгән калдыклар тупланган саен, галимнәр бу табылдыкларның барысы да Homo erectus — туры басып йөрүче кеше дип исемләнгән бер казылма төргә керә дигән нәтиҗә ясыйлар.

Туры басып йөрүче кешенең буе 1,5—1,8 м, массасы 40—70 кг була. Табылган баш сөягенең күз өсте чыгынтысы бар, түбән сөзәк маңгай, ләкин ми тартмасы шактый зур (94 нче рәсем). Минең күләме 800—1400 $см^3$. Баш сөягенең эчке өслегенең рельефы туры басып йөрүче кешенең сул ярымшарындагы кабык катлавында, хәзерге кешедәге кебек, сөйләү һәм сөйләмне аңлау сәләтен контрольдә тотучы өлешләр булганлыгы турында сөйли.

Туры басып йөрүче кеше беренче булып Көнчыгыш Африкада килеп чыга. Аның яшәү дәвере (1,6 млн — 200 мең ел элек) Төньяк Америка һәм Евразия территориясенең шактый өлешендә бер генә тапкыр булмаган бозланулар белән бер вакытка туры килә.

Бозланулар вакытында диңгез өсте тигезлегенең хәзерге дәрәҗәсеннән төшүе 100 метрдан артып китә. Материклар һәм утраулар арасында коры җир муеннары ачыла. Алар буйлап туры басып йөрүче кешеләр Африкадан Европага, Көнчыгыш һәм Көньяк-Көнчыгыш Азиягә тарала. Аларның Явада табылган ташка әверелгән иң борынгы казылма калдыкларына 1,5 млн яшь. Европада табылган казылма калдыклар 200 — 500 мең ел белән билгеләнә, ләкин табылган таш кораллар туры басып йөрүче кешенең Европада шактый иртәрәк, якынча 1,5 млн ел элек күренә башлавы турында сөйли.

Иң борынгы кешеләр төркемләшеп яшәгәннәр, ау һәм үсемлек азык җыю белән шөгыльләнгәннәр, куыш рәвешендә торак төзегәннәр яки тау куышлыгына кереп урнашканнар. Иң зур торак 20 ләп кешене сыйдырган.

Туры басып йөрүче кеше торакны җылыту, азык әзерләү, ерткычлардан саклану һәм ау өчен беренче булып системалы рәвештә уттан файдалана башлый. Ләкин, күрәсең, ул утны үзе таба алмый. Кеше утны урман янганда, вулкан атканда алып кала, ә аннан соң аны күп еллар буена сүндермичә саклый.

Эш коралларын ясау технологиясе катлаулана. Таш кораллар төрлеләнә һәм яхшырак эшкәртелә башлый (95 нче рәсем, *2*). Туры басып йөрүче кешеләр яшәгән урыннарның берничәсендә табылган казылма калдыклар ау ысуллары һәм ау объектлары булган хайваннар турында күзаллаулар бирә. Мәсәлән, Үзәк Испаниядә ике калкулык арасындагы үзәндә таштан ясалган эш кораллары, хайван сөякләре, шулай ук янган үлән эзләре табыла. Якынча 400 мең ел элек бу үзәндә кешеләр төркеме кышлау өчен көньякка күчеп баручы эре хайваннарның килеп чыгуын көтәләр. Үләнне яндырып, аучылар филләрне, кыргый үгез, ат, болан, мөгезборыннарны табигый тозакка — сазлы чокырга кертәләр. Анда аларны үтерәләр. Шуны әйтергә кирәк: күмәкләшеп ауга чыгу кешеләрдән үзара аралаша белүне таләп итә. Бу, баштарак аралашу чарасы мимика, ишарәләр булса да, тора-бара сөйләмнең үсешенә этәргеч бирә.

Шулай итеп, кеше ыругының беренче вәкилләре яшәгән чорда яңа социаль закончалыклар чагыла башлый һәм алга таба кешелек җәмгыяте үсешенең төп факторларына әверелә. Фикерләү, бик гади формада гына булса да — сөйләм, эш кораллары ясау, уттан файдалану, торак кору, ихтимал, тиредән кием дә әзерләү бик борынгы кешеләргә кырыс климат шартларында исән калырга һәм хәтта Евразиянең салкын районнарына таралып урнашырга мөмкинлек бирә.

1. Эшли белүче кешенең ташка әверелгән казылма калдыкларын тасвирлагыз.
2. Туры басып йөрүче кешенең ташка әверелгән сөякләре кайда һәм кайчан табылган? Аларның үзенчәлекләре нинди?

§65. Акыллы кешенең килеп чыгуы

Хәзерге типтагы кеше формалашуның соңгы этабы моннан 300 — 30 мең ел элек була. Формалашучы кешеләр популяцияләренең эволюциясе темпы төрле урыннарда төрлечә бара. Алар биологик факторлар (миграция, бериш популяцияләрнең аерымлануы, башкаларның аралашуы) белән дә, көчәя баручы социаль факторлар белән дә билгеләнә.

Неандерталь кешесе. Неандерталецлар дигән исем аларга Дюссельдорфка якын Неандерталь үзәнендә (Германия) ташка әверелгән беренче калдыклары табылган урынга бәйләп бирелә. Алар 1856 елда табыла, башта бу табылдыкларга рахит, артрит авырулары белән интеккән һәм исән вакытта башы берничә тапкыр көчле бәрелү кичергән хәзерге кеше сөякләре итеп карыйлар (патологоанатом ясаган нәтиҗә шундый була). Дарвин хезмәтләре басылып чыкканнан соң гына, ташка

96 нчы рәсем. Борынгы кешеләрнең тышкы кыяфәтләренең реконструкциясе. *Сулда* — неандерталец, *уңда* — кроманьонка

әверелгән казылма табылдыклар галимнәрнең игътибарын үзенә җәлеп итә.

Хәзерге вакытта Европада һәм Көньяк-Көнбатыш Азиядә 200 гә якын неандерталецның сөякләре табылды. Бу казылма табылдыкларның яше 30—300 мең ел. Арада классик дип саналган Көнбатыш Европа неандерталецлары яхшырак өйрәнелгән. Алар моннан 70—30 мең ел элек яшәгәннәр. Классик неандерталецлар нык мускуллы, таза гәүдәле, буе 1,7 м һәм массасы 70 кг лы кешеләр булганнар. Тыгыз тәнле булу аларга бозлык чорында Европаның салкын климаты шартларында тән җылысын сакларга ярдәм иткән. Европа неандерталецларының табылган баш сөягеннән күренгәнчә, аларның маңгайлары сөзәк, күз өсте чыгынтысы һәм баш арты калкымының нигез өлеше зур булган. Баш миенең күләме уртача 1500 см³ (96 нчы рәсем). Көньяк-Көнбатыш Азиядә яшәүче неандерталецларның баш сөяге кечерәк булган, маңгае биек, ияге алга чыгып торган, күз өсте чыгынтысы азрак үскән.

Европа неандерталецлары тау куышларында яшәгәннәр, алар өчен тау куышы кырыс кыш көннәрендә табигый ышыклану урыны булган. Азия неандерталецлары куышларны, хайван тиреләре белән каплап, үзләре төзегәннәр. Учак эзләре, торакны җылыту өчен, уттан файдаланган булулары турында сөйли. Неандерталецлар чакма чагып ут чыгара белгәннәр.

Неандерталецлар эпохасында ташны эшкәртү технологиясе катлаулана. Ярылган таш кисәкләрен эшкәртеп, неандерталецлар, билгеле бер максатны күздә тотып, төрле эш кораллары ясаганнар (95 нче рәсем, *3*). Эш кораллары арасында таш һәм сөяк энәләр дә булу неандерталецларның үзләре өчен тиредән кием теккәннәрен дәлилли. Җеп итеп алар хайван сеңерләрен файдаланганнар.

Неандерталецлар, күрәсең, гаять оста аучылар булганнардыр, чөнки аларның салкын чорда яшәве турыдан-туры ауның уңышлы барып чыгуына бәйле булган. Алар вак хайваннарны да (төлке, куян, кошлар), шактый эре хайваннарны да (төньяк боланы, атлар, аюлар, зубр һәм хәтта мамонтларны да) аулаганнар.

Кеше ыругы вәкилләре арасында иң беренче булып неандерталецлар үлгән кешене җирләүне гадәткә керткәннәр. Каберләрне тау куышлыгының идәненә казып ясаганнар. Мәетне, йоклаган кешегә охшатып, яны белән яткырганнар һәм янына, неандерталецлар уйлавынча, мәет янында булырга тиешле предметларны (корал, эш коралы һ.б.ны) куйганнар. Ау объекты булган хайванга табыну да алардан башланган.

Неандерталецларның сәнгате турында бик аз билгеле. Сөяк бөти, тырналган эзләр белән чуарланган чуерташ, кызыл төстәге тимер оксиды кисәкләре, порошок итеп төелгән марганец (тәнне буяу өчен кулланылган булуы ихтимал) табыла.

Шулай итеп, физик мөмкинлекләре һәм чорына күрә алдынгы техник ысуллардан файдаланулары неандерталецларга бозлык чоры шартларында исән калырга мөмкинлек бирә. Мәетне күмү, ритуаллар, сәнгать һәм дингә ышанулар неандерталецларның, үзләренә кадәр яшәгән төрләр белән чагыштырганда, үзаң, эмоция, абстракт фикерләү үсешенең югарырак баскычына күтәрелүләре турында сөйли.

Кеше эволюциясендә неандерталецларның тоткан урыны. Неандерталецлар кеше эволюциясендә дәвамсыз тармак була. Европада, Африкада, Көнчыгыш Азия һәм Индонезиядә баш сөякләре табыла. Аларның күләме зур (1300 $см^3$), баш арты йомры, бит өлеше туры, тигез вак тешләре булуы бу тереклек иясен акыллы кешенең иң борынгы формалары дип исәпләргә мөмкинлек бирә. Табылган баш сөякләренең яше 100—300 мең ел, бу исә акыллы кешенең классик неандерталецлар килеп чыкканга кадәр күпкә алданрак яшәве турында сөйли.

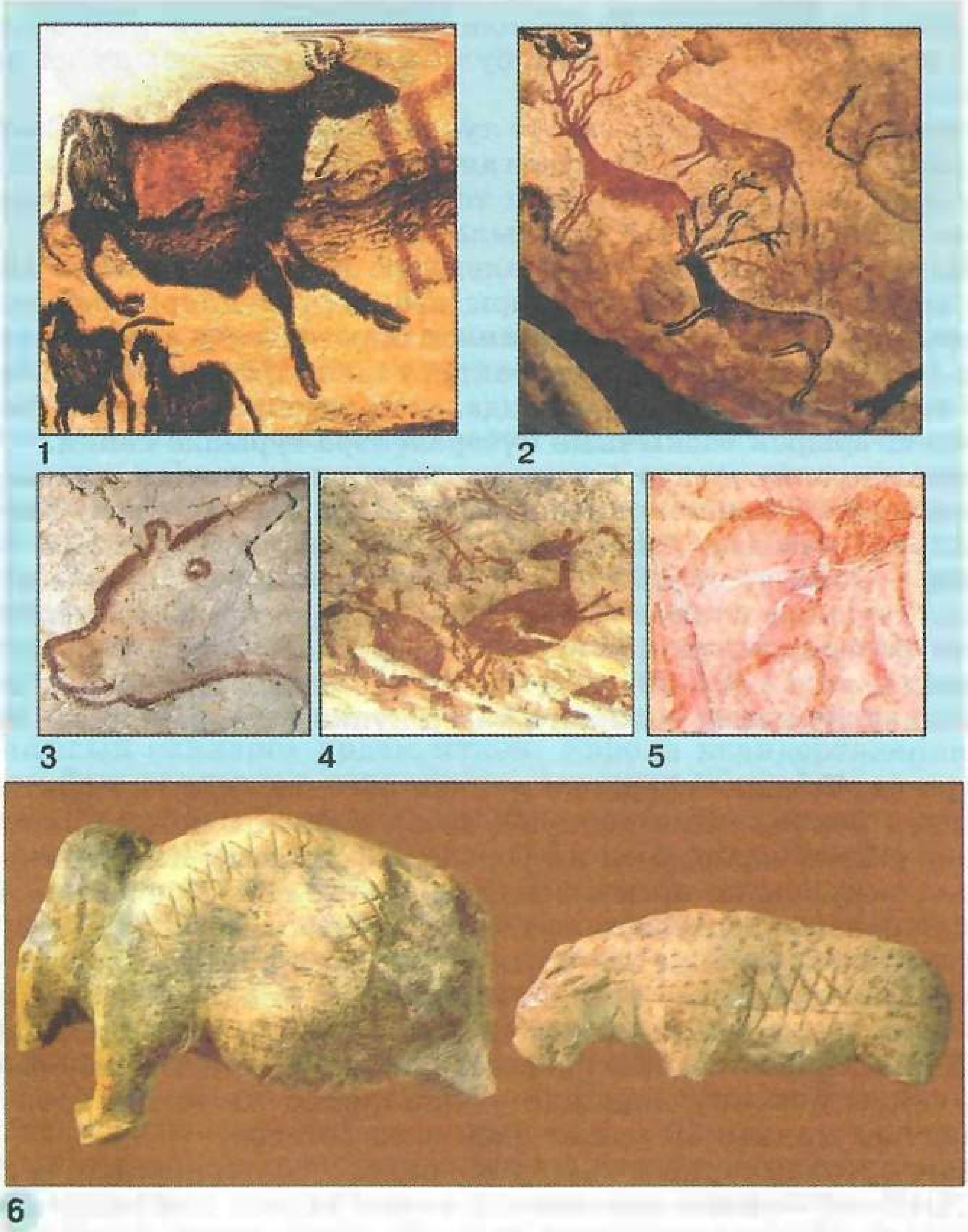
Күрәсең, Төньяк Африкада моннан 500 мең еллап элегрәк яшәгән туры басып йөрүче кеше кешенең хәзерге физик тибына башлангыч биргәндер (Homo sapiensның иң борынгы формасы), һәм ул миграциянең берничә дулкыны нәтиҗәсендә башта Көньяк-Көнбатыш Азиягә, ә аннан Европага үтеп урнашкан булырга тиеш. Европада туры басып йөрүче кешенең беренче миграцион дулкыннарның токымы булып классик неандерталецлар исәпләнә. Галимнәр аларны югары дәрәҗәдә специальләшкән, салкын климатка җайлашкан акыллы кешенең кече төре — Homo sapiens neanderthalensis дип исәпли. Классик неандерталецлар соңгы бозлану чорында үсешләренең иң югары ноктасына ирешәләр һәм моннан 30 мең ел элек үлеп бетәләр.

Неандерталецларның ташка әверелгән сөякләреннән, митохондриаль ДНКның берничә фрагментын аерып алырга һәм укырга мөмкин булды. Неандерталецлар белән хәзерге кешеләрнең митохондриаль ДНКсында нуклеотидлар эзлеклелеген чагыштыру неандерталецларның, хәзерге кеше белән якын ырудашлыкта торуына карамастан, генетик яктан аерым тармак булуын раслады. Бу мәгълүматларга караганда

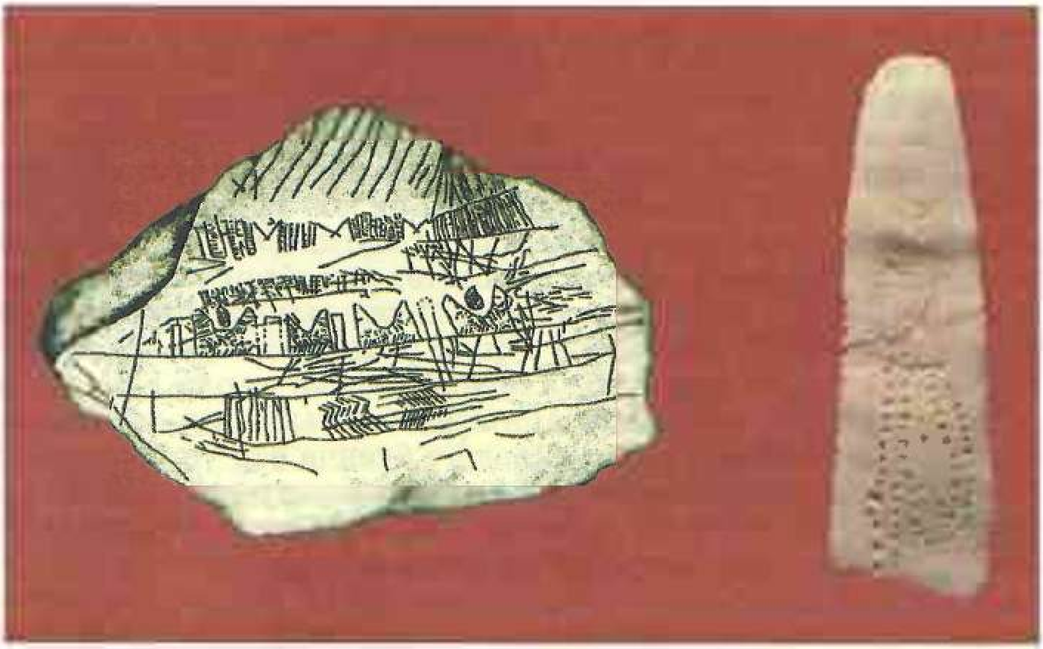
хәзерге кешенең һәм неандерталецларның соңгы уртак борынгы бабасы моннан 500 мең ел элек яшәгән булып чыга.

Якынча 30 мең еллар элек кешедә морфологик үзгәрешләр, нигездә, туктала, һәм дөньяга хәзерге тип кешеләр (Homo sapiens sapiens кече төре) тарала.

Кроманьонецлар. Хәзерге физик типтагы кешеләрнең тарихкача кадәрге эпохадан калган ташка әверелгән сөякләре 1868 елда Франциянең көньяк-көнбатышында Лез-Эзи шәһәре янында табыла.



97 нче рәсем. Кроманьоннар сәнгате — Франциядә (*1 — 3*), Көньяк Америкада (*4*), Көньяк Уралда (*5*) тау куышларындагы стена бизәкләре, хайван сыннары (*6*)



98 нче рәсем. Мамонтның бәрмәтешендә уеп ясалган иң борынгы карта һәм, мөгаен, ай календаре булгандыр, сөяк пластинка

Кро-Маньон мәгарәсендә төзелеш эшләре вакытында дүрт кеше скелеты, кремний кораллар, күпләгән диңгез кабырчыклары һәм бораулап тишелгән хайван тешләре табыла. Ташка әверелгән бу табылдыкларның иясе булган кешеләрне кроманьонецлар дип атыйлар.

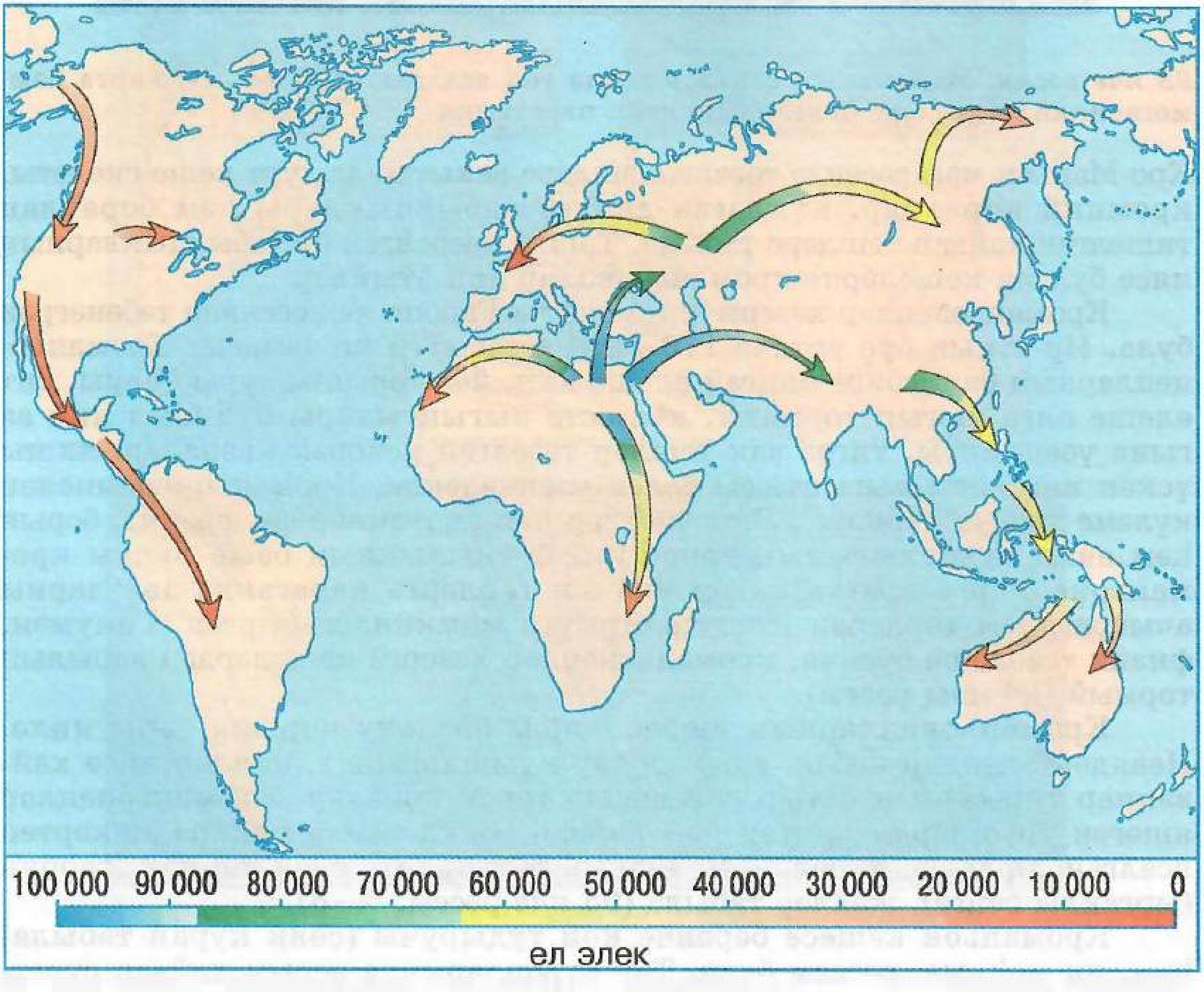
Кроманьонецлар хәзерге урта буйлы Европа кешесеннән тәбәнәгрәк була. Ир-атның буе уртача 170 см, массасы 70 кг чамасы. Кроманьонецларның баш сөяге маңгай өлеше киң, йөз торышы туры булуы, бит өлеше алга чыгып тормавы, күз өсте чыгынтылары булмавы яки аз гына үсеш алуы, тигез вак тешләр тезелгән кечерәк казналар, яхшы үскән ияк асты чыгынтысы белән үзенчәлекле. Кроманьонец миенең күләме уртача 1400 см^3. Лингвистлар һәм анатомнар фикеренчә, борын һәм авыз куышлыгының урнашуы, йоткылыкның озын булуы кроманьонецларга аларга кадәр яшәгән төрләргә караганда авазларны ачыграк һәм төрлерәк итеп чыгарырга мөмкинлек биргән. Гомумән, физик төзелеше буенча, кроманьонецлар хәзерге кешеләрдән аерылып тормый (96 нчы рәсем).

Кроманьонецларның яшәве соңгы бозлану чорына туры килә. Неандерталецлар кебек, алар да тау куышларында яшиләр яисә хайваннар тиресеннән чатыр рәвешендә торак коралар. Кроманьонецлар яшәгән урыннарда таштан һәм хайван сөякләреннән яхшы эшкәртеп ясалган төрле эш кораллары: энәләр, балык тоту өчен кармак, гарпун (ыргаклы сөңге), җәяләр табыла (95 нче рәсем, *4—6*).

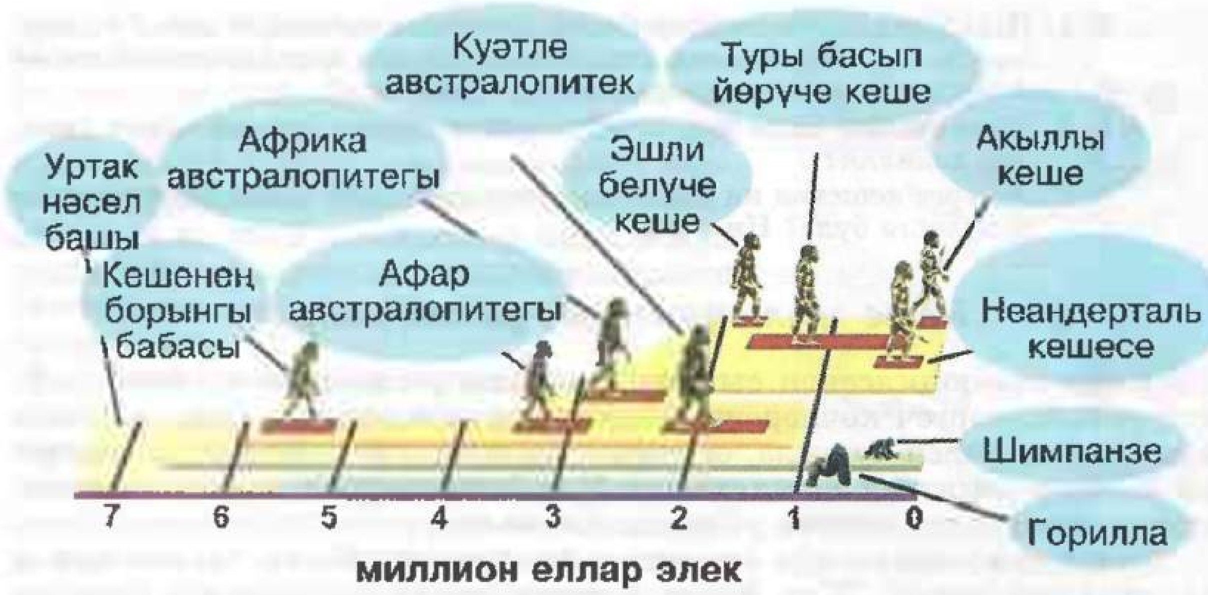
Кроманьон кешесе беренче көй тудыручы (сөяк курай табыла) һәм, иң мөһиме, рәссам була. Тау куышларында аерым хайван сурәтләре һәм ау күренешләре белән кыяларга төшерелгән рәсемнәр, кеше һәм хайваннарның сөяктән ясалган сыннары, төрле бизәкләр табыла

(97 нче рәсем). Кроманьонецлар интеллектуаль үсешнең иң мөһим баскычын — символлар белән эш итә белү сәләтен үзләштерәләр. Алар тау куышларының стеналарында, хайван сурәтләре белән бергә, аңлаешсыз бизәкләр ясап калдыралар. Бу серле тамгаларның иң борынгысы булып кешенең уч төбе бизәге исәпләнә. Мамонтның бәрмәтешендә уеп ясалган карта, шулай ук нокталар белән бизәлгән серле сөяк пластинкалар да кроманьон кешесе тарафыннан ясалган (98 нче рәсем). Микроскопта карап тикшерүләр шуны күрсәтте: тамгалар уючы күп тапкыр коралын алмаштырган, басу көчен һәм почмагын үзгәрткән. Галимнәр бу пластинкаларны ай календаре булуы мөмкин дип исәпли.

Кешенең хәзерге популяцияләренә кергән төрле вәкилләреннән алынган митохондриаль ДНКларны чагыштыру күрсәткәнчә, алар барысы да нуклеотидларның эзлеклелеге буенча бер үк борынгы бабага барып тоташа. Хәзерге кешеләрнең митохондриаль ДНКларының төрлелеге буенча нәсел башы эзлеклелеге Көнчыгыш Африкада моннан 200 мең ел чамасы элек булуы ачыклана.



99 нчы рәсем. Соңгы 100 мең ел эчендә хәзерге кешенең таралып урнашуы



100 нче рәсем. Гоминоидлар эволюциясенең гомуми схемасы

Шулай итеп, бу вакытта Җир йөзендә австралопитекларның һәм туры басып йөрүче кеше, эшли белүче кеше төрләренең һәм акыллы кешенең неандерталец кече төре вәкилләре киң таралуына карамастан, алар хәзерге кешенең ыруг башы була алмыйлар. Кроманьонецлар Африкада моннан 200 мең ел чамасы элек яшәгән акыллы кешенең борынгы формасының кечерәк төркеменнән килеп чыккан булырга тиеш.

Хәзерге типтагы кешеләрнең таралып урнашуы якынча 100 мең ел чамасы элек башлана. Ул Африкадан китеп Сүәеш муены аша ике юнәлештә бара (99 нчы рәсем). Беренче тармак — Көньяк-Көнчыгыш, Көнчыгыш һәм Төньяк-Көнчыгыш Азиягә, икенчесе Көнбатыш Азиягә һәм Европага таба юнәлә. Тарихкача яшәгән кешеләр миграциясенең берничә дулкыны, Төньяк-Көнчыгыш Азиядән китеп, Беринг муены аша Төньякка һәм аннан Көньяк Америкага таба була (40 мең, 14—12 мең, 9 мең ел элек). Австралия һәм Океания утрауларына кеше Көньяк-Көнчыгыш Азиядән 50 мең ел чамасы элек үтә. 40 мең ел элек хәзерге кеше Европага килеп урнаша. Кешеләрнең таралып урнашуында климатның уннарча мең елга бер булган циклик үзгәрешләре зур роль уйный.

Гоминоидлар килеп чыгуының һәм эволюциясенең гомуми схемасы 100 нче рәсемдә күрсәтелгән. Анда хәзерге кешесыман маймылларга һәм кешегә алып килүче сызыкларның моннан 6 миллион елдан да элегрәк аерылуы күренә. Хайваннан башлап кешегә кадәр булган үсеш юлы туры гына бармаган. Кешенең кайбер әлгәр төрләре азаккача барып җитә алмаган, алар үлеп беткән. Тарихкача яшәгән кешеләрнең бары тик бер кечкенә төркеменә генә интеллект, сөйләм, социаль мөнәсәбәтләр, хезмәт эшчәнлегенең үсеше, башка приматлар белән уңышлы көрәшеп кенә калмыйча, хәзерге кешегә башлангыч бирергә дә мөмкинлек тудыра.

1. Неандерталец кешесенең ташка әверелгән табылдыкларын тасвирлагыз. Бу кешеләрнең тормышы турында сезгә нәрсә билгеле? Алар кеше эволюциясендә нинди урын тота?
2. Кроманьонецларда интеллектның алга киткән булуын нинди фактлар дәлилли?
3. Хәзерге кешенең иң борынгы туган җире дип нинди континентны исәпләргә була? Ни өчен?

§66. Кеше эволюциясенең факторлары

Кеше эволюциясенең сыйфат ягыннан үзенчәлеге шуннан гыйбарәт: аның этәргеч көчләренә, биологик факторлардан тыш, социаль факторлар да килеп кушыла, өстәвенә соңгылары кешенең формалашуы процессында хәлиткеч әһәмияткә ия була һәм хәзерге кешелек җәмгыятенең үсешендә төп рольне уйнавын дәвам итә.

Кеше эволюциясендә биологик факторлар. Кеше, теләсә нинди биологик төр кебек, Җир йөзендә терек дөнья эволюциясе факторларының үзара бәйләнешле тәэсире нәтиҗәсендә барлыкка килә. Табигый сайланыш кешенең аны хайваннар арасындагы якын кардәшыруларыннан аерып торган морфологик үзенчәлекләре ныгып калуга ничек булышлык иткән соң?

Кайчандыр агач башында яшәгән хайваннарны җирдә тереклек итүгә күчәргә мәҗбүр иткән төп сәбәпләр булып тропик урманнарның мәйданы кыскару, димәк, азык базасы кимү һәм, шуның нәтиҗәсе буларак, аларның эреләнә баруы исәпләнә. Моның мәгънәсе шунда: гәүдә зураю белән бергә, организмның азыкка карата булган абсолют ихтыяҗы арта, ә чагыштырма (ягъни тән массасының бер берәмлегенә туры килгән) ихтыяҗ кими. Эре хайваннар азрак калорияле азык белән туклануга да канәгать булырга мөмкин. Тропик урманнарның мәйданнары кыскару маймыллар арасында көрәшне көчәйтә. Аларның төрле төрләре үз алдында торган бурычларны үзенчә хәл итә. Кайберләре дүрт очлыкта тиз йөгерергә өйрәнә һәм ялан җирне (саваннаны) үзләштерә. Павианнар — шуның мисалы. Горилланың физик көче аңа урманда калырга һәм шуның белән көрәштән читтә торырга мөмкинлек бирә. Барлык кешесыман маймыллардан шимпанзе начаррак специальләшкән булып чыга. Алар агачларга оста менә һәм җирдә шактый тиз йөгерә. Фәкать гоминидлар гына үзләре алдында торган бурычларны уникаль ысул белән хәл итә: алар ике аякта хәрәкәтләнүне үзләштерәләр. Ни өчен хәрәкәтләнүнең бу ысулы алар өчен файдалы булып чыга соң?

Гәүдә зураюның бер нәтиҗәсе буларак, алар озаграк яши башлыйлар, шуның белән бергә йөклелек чоры озыная һәм үрчү темпы акрыная. Кешесыман маймыллар 5—6 елга бер бала тудыра. Нindидер бәхетсезлеккә очрау нәтиҗәсендә, аның үлеме популяция өчен бик зур югалту була. Ике аякта йөрүче кешесыман маймыллар мондый кискен хәлләрдән котыла ала. Гоминидлар берьюлы ике, өч, дүрт бала турында кайгыртырга өйрәнәләр. Ләкин ана үзенең балаларына вакытны, көчне һәм игътибарны күбрәк бирергә тиеш була. Ул күп кенә башка хәрәкәтләрен, шул исәптән азык эзләвен чикләргә мәҗбүр була. Моның белән

ата зат шөгыльләнә. Хәрәкәтләнгәндә, алгы очлыкларның катнашмавы ата затка ана һәм балалары өчен күбрәк азык алып кайтырга мөмкинлек бирә. Бу хәлдә дүрт аяклап хәрәкәтләнүнең кирәге калмый. Киресенчә, туры басып йөрү гоминидларга шактый өстенлекләр бирә. 2 млн елдан соң эш кораллары ясау мөмкинлеге туу — шул өстенлекләрнең иң әһәмиятлесе булып чыга.

Кеше эволюциясенең социаль факторлары. Эш коралларын ясау һәм файдалану борынгы кешенең җайлашучанлыгын арттыра. Шул вакыттан башлап, аның организмындагы теләсә нинди нәселдәнлек үзгәрешләре, әгәр корал ясау эшчәнлеге өчен файдалы икән, табигый сайланыш шуны саклап калу юнәлешендә бара. Алгы очлыклар эволюцион үзгәрүләргә дучар була. Ташка әверелгән сөякләргә һәм эш коралларына карап, эшләгәндә кул торышы, тоту ысулы, бармакларның торышы, көч куелышы һаман үзгәрә баруы турында әйтергә була. Корал ясау технологиясендә күп көч куеп эшләү кими, кул һәм бармаклар белән вак һәм төгәл хәрәкәтләр ясау урын ала, көч факторы төгәллек һәм осталык факторына юл бирә.

Хайван түшкәсен тураклаганда һәм утта азык пешергәндә эш коралларыннан файдалану нәтиҗәсе буларак, кешенең чәйнәү аппаратына эш кими. Маймылларның көчле чәйнәү мускуллары берегү өчен хезмәт иткән сөяк калкымнары кешенең баш сөягендә акрынлап юкка чыга. Баш сөяге йомрылана төшә, казналыклар кечерәя, бит өлеше турылана (101 нче рәсем).

Кеше, эш коралын ясый башлаганчы аның образын күз алдына китереп, нинди максатта кулланылачагын аңларга тиеш. Шул очракта гына ул кешенең хезмәт эшчәнлеге предметлар турында һәм аларны кулда тотып эшләү алымнары турында уйлау сәләте үсешенә булышлык итә.

Сөйләмне үстерүнең шарты булып кешегә төрле авазларны һәм күзаллауларны

101 нче рәсем. Гоминоидларның эволюциясе барышында баш сөягенең пропорцияләре үзгәрү

ассоциацияләргә мөмкинлек бирүче ми хезмәт итәргә тиеш була. Сөйләм төрле табигый авазларга (хайван тавышларына, кешенең үзенең инстинктив рәвештә кычкырулары) охшатып кабатлаулар һәм шуларны үзгәртүләр аша килеп чыга. Сөйләшү сигналларының бергәлекне туплауда өстенлекләр бирүе күзгә күренеп тора. Күнегү һәм охшатырга тырышу сөйләмне тагын да ачыграк һәм камилрәк итә бара.

Шулай итеп, кешенең аермалыклы үзенчәлекләре — фикерләү, сөйләм, корал ясау эшчәнлегенә сәләте — аның биологик үсеше барышында һәм шуның нигезендә барлыкка килә. Бу үзенчәлекләре аркасында кеше әйләнә-тирәнең уңайсыз шартларына каршы торырга шул дәрәҗәдә өйрәнә ки, аның алга таба үсеше, биологик факторлардан бигрәк, камил эш кораллары ясау, торак кору, азык табу, терлек үрчетү һәм ашарга яраклы үсемлекләр үстерү осталыгы белән билгеләнә башлый. Бу күнекмәләрнең формалашуы өйрәнүләр аша һәм фәкать кешелек җәмгыяте шартларында, ягъни социаль тирәлектә генә була ала. Шуңа күрә корал ясау эшчәнлеген, иҗтимагый яшәү рәвеше, сөйләм һәм фикерләү белән бергәттән, кеше эволюциясенең социаль факторлары дип атыйлар. Кешеләрдән аерым үскән бала сөйләшә алмый, акыл эшчәнлегенә, башка кешеләр белән аралашуга сәләтсез була. Ул нинди хайваннар арасында үссә, үз-үзен тотышы белән күбрәк шул хайваннарны хәтерләтә.

Кешенең формалашуы кешелек җәмгыятенең үсеше белән аерылгысыз бәйләнгән. Башкача әйткәндә, антропогенез социогенездан аерылмый. Алар бергә кешелек барлыкка килү процессын — антропосоциогенезны тәшкил итә.

Кеше эволюциясендә биологик һәм социаль факторларның нисбәте. Биологик факторлар гоминидлар эволюциясенең иртә этапларында хәлиткеч рольне уйный. Аларның барысының да диярлек йогынтысы хәзерге вакытта да дәвам итә. Мутацион һәм комбинатив үзгәрүчәнлек кешелекнең генетик яктан төрле сыйфатлылыгын саклый. Эпидемия, сугыш вакытларында кешенең сан ягыннан тирбәлеше очраклы рәвештә кеше популяцияләрендә геннар ешлыгын үзгәртә. Әйтеп үтелгән факторлар бергә табигый сайланыш өчен материал бирә. Бу материал кеше үсешенең барлык стадияләрендә үз эшен башкара (хромосомалардагы үзгәрешләр аркасында гаметаларның яраксызга чыгуы, үле туу, авырудан үлү һ.б.).

Хәзерге кеше эволюциясендә үзенең әһәмиятен югалткан бердәнбер биологик фактор ул — изоляция. Күчеп йөрү өчен иң камил техник чаралар барлыкка килү эпохасында кешеләрнең туктаусыз миграциясе шуңа китерде, халыкның генетик яктан аерымланган (изоляцияләнгән) төркеме инде калмады диярлек.

Соңгы 40 мең ел эчендә кешеләр физик яктан үзгәрмәде дип әйтергә ярый. Ләкин бу биологик төр буларак кешенең эволюциясе тукталды дигән сүз түгел. 40 мең ел — бу кеше ыругы яшәгән дәвернең 2% ын гына тәшкил итүен искәртү урынлы булыр. Геологик масштабта шундый кыска вакыт эчендә кешенең морфологик үзгәрешләрен күреп алу гаять катлаулы.

Кешелек җәмгыятенең үсеше барышында, материаль һәм рухи мәдәниятнең буыннан-буынга күчә баруы рәвешендә, буыннар арасындагы бәйләнешнең аерым формасы барлыкка килә. Генетик информациянең нәселдән-нәселгә күчү системасы белән охшатып, мәдәни информациянең нәселдән-нәселгә күчүе системасы турында сөйләргә мөмкин. Аларның аерымлыгы шунда: генетик информация ата-анадан яшь буынга бирелә, мәдәни информация һәркем өчен уртак. Кешенең үлеме белән аның геннарының уникаль комбинациясе мәңгегә югала. Ә кеше тарафыннан тупланган тәҗрибә, киресенчә, гомумкешелек мәдәниятенә килеп кушыла. Ниһаять, мәдәни информациянең таралу тизлеге генетик информациянең күчү тизлегеннән шактый зуррак. Әйтелгән аерымлыкларның нәтиҗәсе шуннан гыйбарәт: хәзерге кеше, биологик зат булудан бигрәк, социаль зат буларак тизрәк формалаша.

Эволюция барышында кеше бик зур өстенлек ала. Ул үзенең үзгәрми торган тәне белән үзгәрүчән табигать арасындагы гармонияне сакларга өйрәнде.

Кеше расалары. Хәзерге кешелек дөньясында төп өч расаны аерып күрсәтәләр: *европеоид, монголоид* һәм *экваториаль (негро-австралоид)* раса. Расалар ул — кешеләрнең кайбер тышкы билгеләре, мәсәлән, тән, күз һәм чәч төсе, чәчнең формасы, йөз кыяфәте белән аерылып торган зур төркемнәре. Раса билгеләренең формалашуына булышлык иткән факторларның берсе шуннан гыйбарәт: 100—10 мең еллар элек Җирдә кешеләр башлангыч популяциянең зур булмаган өлешен тәшкил иткән, кечерәк төркемнәр булып таралганнар. Бу яңа барлыкка килгән аерымланган популяцияләрнең бер-берсеннән теге яки бу геннарның ешлыгы белән аерылып торуына китерә. Бу чор дәвамында Җирдә халык саны бик аз булганлыктан (15 мең ел элек 3 млн нан артмаган), яңа барлыкка килгән популяцияләр дөньяның төрле кисәкләрендә бер-берсеннән аерымланган хәлдә үсеш алган.

Төрле климат шартларында табигый сайланыш йогынтысында аерылып торган генофондларга нигезләнгән кеше расаларының үзенчәлекле тышкы билгеләре формалаша. Әмма бу төрле төрләр барлыкка килүгә китерми, һәм барлык раса вәкилләрен бер үк биологик төргә — акыллы кеше төренә кертәләр. Танып белүгә, хезмәт эшчәнлегенә сәләте, иҗади сәләте буенча барлык расалар бертөрле. Хәзерге вакытта раса билгеләре җайлашу билгеләре булып тормый. Халык саны арту, популяцияләрнең аерымлану дәрәҗәсе кискен кимү, раса, этник һәм дини гореф-гадәтләрнең акрынлап юкка чыга баруы расалар арасындагы аерымлыкның кимүенә китерә. Күрәсең, киләчәктә бу аерымлыклар бетәргә тиеш.

● 1. Кеше эволюциясенең биологик һәм социаль факторлары нәрсәне аңлата?
● 2. Антропогенез социогенездан аерылгысыз. Бу раслауны нигезләгез.
▶ 3. Уникаль биологик формаларның (кеше, һичшиксез, шундый форма) гадәти биологик факторлар йогынтысы нәтиҗәсендә формалашкан булу мөмкинлеген конкрет мисалларда аңлатыгыз.

4. Кешенең кайбер түбән формалардан үсеш алуының мөмкин булган ысуллары турындагы фикерләрне йомгаклап, Ч. Дарвин «Кешенең килеп чыгышы һәм җенси сайланыш» дигән китабында шундый нәтиҗә ясый: «Кешедә булган физик билгеләр— табигый сайланыш, ә кайберләре җенси сайланыш тәэсире нәтиҗәсендә барлыкка килгән». Герцог Аргайль: «Кешенең тәзелеше хайван тәзелешеннән күбрәк физик көчсезлек һәм йомшаклык ягына таба авышкан — бу тайпылышны барлыкка китерүдә табигый сайланышка бөтенесеннән дә азрак урынны бирергә мөмкин»,— дип белдерә. Дарвин бу хәлдән бик оста чыга. Кеше эволюциясе турындагы хәзерге белемнәр карашыннан чыгып, сез нинди җавап бирер идегез?

5. Кешенең биологик төр буларак эволюциясе дәвам итәме? Сезнеңчә ничек, акыллы кеше бердәнбер төр булып калырмы?

6. Кешелекнең мәдәни үсеше биологик үсешкә караганда тизрәк баруын исбатлаучы мисаллар китерегез. Ни өчен?

V кисәк **ЭКОЛОГИЯ НИГЕЗЛӘРЕ**

XV бүлек. ЭКОСИСТЕМАЛАР

§67. Экология предметы. Тирәлекнең экологик факторлары

Тере организмнар үзләре яши торган тирәлек белән тыгыз бәйләнештә торалар, алар бер-берсенә һәрдаим йогынты ясыйлар. Аерым төрләргә керүче организмнар арасында, шулай ук организм белән физик тирәлек арасында матдәләр һәм энергия алмашы бара. Матдә-энергия бәйләнешләренең бу челтәре тере организмнар белән тирәлекне катлаулы *экологик системаларга* берләштерә.

Экология предметы. *Экология* (грекча «ойкос» — сыену урыны, торак һәм «логос» — фән) ул — тере организмнар белән тирәлек арасындагы үзара бәйләнешләрне өйрәнә торган фән. Экология аерым затларны, бер төр затларыннан торган популяцияләрне, популяцияләрдән торган бергәлекләрне һәм алар яши торган тирәлекне үз эченә алган экосистемаларны өйрәнә. Экологлар тере организмга тирәлекнең һәм организмнарның тирәлеккә тәэсирен тикшерәләр. Популяцияләрне өйрәнеп, экологлар аерым төрләр турындагы мәсьәләләрне, популяцияләрнең тотрыклы үзгәрешләрен һәм сан ягыннан үзгәреп торуларын ачыклыйлар. Бергәлекләрне өйрәнгәндә, аларның составын яки структурасын, шулай ук бергәлекләр аша энергия һәм матдәләр узуын, ягъни *бергәлекләрнең эшчәнлеген* тикшерәләр.

Экология башка биологик дисциплиналар арасында мөһим урынны алып тора, һәм ул генетика, эволюцион тәгълимат, этология (үз-үзеңне тотыш турындагы фән), физиология белән бәйләнгән.

Экология эволюция теориясе белән бигрәк тә тыгыз бәйләнештә. Органик дөньяның тарихи үсеше процессында бара торган табигый сайланыш аркасында яшәү өчен көрәштә җиңеп чыккан һәм үзгәреп торучан тирәлеккә җайлашкан төрләр, популяцияләр һәм бергәлекләр генә сакланып калган.

«Экология» — киң таралган төшенчә. «Экология» төшенчәсен күпчелек очракта кеше белән табигать арасындагы теләсә нинди үзара тәэсир итешү, барыннан да бигрәк, хуҗалык эшчәнлеге нәтиҗәсендә әйләнә-тирәнең сыйфаты начараю дип аңлыйлар. Бу мәгънәдә экология җәмгыятьнең һәрбер кешесенә кагыла.

Экология, әйләнә-тирәлекнең сыйфаты буларак, икътисадка тәэсир итә һәм аның тарафыннан тәэмин ителә, иҗтимагый тормышка үтеп керә, дәүләтләрнең эчке һәм тышкы сәясәтенә йогынты ясый һәм үзе сәясәткә бәйле булып кала.

Җәмгыять тормышында әйләнә-тирәлекнең экологик торышы уңаеннан борчылу үсә бара, бу исә Җирдәге табигый системаларның торышы өчен җаваплылык хисен уята. *Экологик фикерләү* белән эш итү, ягъни әйләнә-тирәлекнең сыйфатын саклау һәм яхшырту мәнфәгатеннән чыгып кабул ителгән барлык хуҗалык карарларын анализлау территорияләрне үзләштерү һәм үзгәртеп коруның һәртөрле проектларын эшләгәндә абсолют зарурлыкка әйләнде.

Экологик факторлар. Тере организм яши торган табигать *аның яшәү тирәлеге* булып исәпләнә. Тирәлек шартлары күптөрле һәм үзгәрүчән. Ләкин тирәлекнең барлык факторлары да тере организмнарга бертөрле көч белән тәэсир итми. Аларның кайберләре организм өчен кирәкле, икенчеләре киресенчә зарарлы булырга мөмкин, организм өчен бөтенләй битараф булганнары да бар. Тирәлекнең организмга тәэсир итүче факторлары *экологик факторлар* дип атала.

Чыгышына һәм тәэсир итү рәвешенә карап, барлык экологик факторлар ике төргә бүленә: беренчесе — *абиотик* факторлар, ягъни неорганик (терек булмаган) тирәлек факторлары; икенчесе — *биотик* факторлар, ягъни тере организмнар йогынтысына бәйле факторлар. Бу факторлар күп кенә вак факторларга бүленә.

Экологик факторлар

Факторлар	
абиотик	биотик
Яктылык, температура, дым, җил, һава, басым, агым, көн озынлыгы һ.б.	Үсемлекләрнең биоценозда яшәүче башка организмнарга тәэсире
Туфракның механик составы, аның су үткәрүчәнлеге һәм дым сыйдырышлыгы	Хайваннарның биоценозда яшәүче башка организмнарга тәэсире
Туфрактагы һәм судагы туклану элементларының микъдары, газ составы, суның тозлылыгы, радиоактивлыкның табигый фоны	Кеше эшчәнлеге нәтиҗәсендә барлыкка килгән антропоген факторлар, мәсәлән, атмосферага авыр металлар, радионуклидлар чыгарылу

Биологик оптимум. Табигатьтә еш кына бериш экологик факторлар (мәсәлән, су һәм яктылык) кирәгеннән артык була, ә икенчеләре (мәсәлән, азот) җитми. Организмның яшәү сәләтен киметүче факторларны *чикләүче* факторлар дип атыйлар. Мәсәлән, елга фореле судагы кислород кимендә 2 мг/л булган сулыкта яши. Суда кислородның микъдары 1,6 мг/л дан ким булганда, форель яши алмый. Кислород — форель өчен чикләүче фактор.

Җитмәү генә түгел, артыклык та чикләүче фактор булырга мөмкин. Мәсәлән, җылылык барлык үсемлекләргә дә кирәк. Җәен кызулар бик озакка сузылса, үсемлекләр хәтта дымлы туфракта да яфраклары көюдән интегергә мөмкин.

Димәк, һәр организм өчен абиотик һәм биотик факторларның уңайлырак, ягъни организмның үсүе һәм үрчүе өчен оптималь җыелмасы була икән. Шартларның иң уңай табылган җыелмасын *биологик оптимум* (биологик уңайлылык) диләр.

Биологик оптимумны ачыклау, экологик факторларның тәэсир итешү закончалыкларын белү зур практик әһәмияткә ия. Культуралы үсемлекләрнең һәм терлекләрнең тереклек эшчәнлеге өчен оптималь шартларны белеп саклаганда, аларның продуктлылыгын арттырырга мөмкин.

Организмнарның үзләре яши торган тирәлеккә җайлашуы. Эволюция процессында организмнар яшәү тирәлегенең билгеле бер шартларына җайлашканнар. Аларда уңайсыз факторлар тәэсирен җиңәргә яки аннан котылып калырга мөмкинлек бирүче махсус җайланмалар барлыкка килгән. Мәсәлән, чүл үсемлекләре озакка сузылган корылыкны уздырып җибәрә ала, чөнки аларның суны суыручы һәм аның парга әйләнүен киметүче төрле җайланмалары бар. Бертөрле үсемлекләрнең суны нәтиҗәлерәк суыручы тирәнгә киткән тармакланган тамырлары булса, икенчеләренең (мәсәлән, кактусның) суны туплаучы тукымалары бар. Кайбер үсемлекләрнең яфраклары балавызсыман куные белән капланган һәм шунлыктан суны азрак парга әйләндерә. Коры вакытта күп кенә үсемлекләрнең яфрак өслеге кечерәя, ә кайбер куакларның яфраклары, хәтта ботаклары да коела. Яфраклар ваграк булган саен, суның парга әйләнүе кими төшә, эссене һәм корылыкны кичерү өчен, су азрак кирәк була.

Организмнарга шартлары биологик оптимумга якынрак тирәлектә яшәү хас. Бу — аларның үзенчәлекле билгесе. Организмнар һәрвакыт нинди дә булса бер факторга гына түгел, бәлки экологик факторлар комплексына җайлаша.

● 1. Югары төзелешле үсемлекләр һәм хайваннар тереклегендә төрле абиотик факторларның (температура, дымлылык) нинди әһәмияте бар?

▶ 2. Организмнарның үзара мөнәсәбәтләре турындагы белемнәрне кешенең үз практик эшчәнлегендә файдалануга мисаллар китерегез.

▶ 3. Үзегезгә таныш үсемлекләр, хайваннар, гөмбәләр өчен биологик оптимумга (уңайлылыкка) мисаллар китерегез.

▶ 4. Экологик факторлар үзгәрү уңышка ничек тәэсир итә? Аңлатып бирегез.

§68. Төрле төрдәге популяцияләрнең үзара тәэсир итешүе

Табигатьтә популяцияләр арасында катлаулы һәм күптөрле бәйләнешләр була. Бу — аларның теге яки бу азыкка һәм территориягә бәйле мөнәсәбәтләреннән килеп туган бәйләнешләр. Бергәлектә үзара тәэсир итешмәүче популяцияләр яки төрләр юк.

Конкуренция. Конкуренция (көрәш) күренешен без табигый сайланыш турында сөйләгәндә тикшердек (47 нче параграфны карагыз). Төрле төрләрнең популяцияләре яшәү чыганаклары өчен көрәшәләр, ягъни су һәм азык, оя ясау һәм йомырка салу урыннары яки башка шундыйлар өчен. Төрләр арасында конкуренция, гадәттә, яшәү шартларына, азыкка, урынга карата аларның *ихтыяҗлары охшаш* булганда башлана. Ике төрне дә йончытучы мондый мөнәсәбәтләр, мәсәлән, культуралы үсемлек белән чүп үлән арасында барлыкка килә. Тәэсир итешүче төрләрнең ихтыяҗлары никадәр охшаш булса, конкуренция дә шулкадәр көчлерәк була. Нәтиҗәдә начаррак җайлашкан организмнар үлә.

Ерткычлык. Корбан белән ерткыч арасындагы бәйләнеш — бергәлектәге иң тыгыз һәм киң таралган бәйләнешләрдән берсе. *Ерткычлык* дип бер төр затларының икенче төр затларын ашауга бәйле мөнәсәбәтләргә әйтәләр. Мәсәлән, үсемлек белән туклану чы бөҗәкләр — ерткыч бөҗәкләр (ерткыч шөпшәләр, коңгызлар, кырмыскалар) корбаны. Вак ерткыч бөҗәкләрне эреләре ашый. Мәсәлән, кырмыска арысланы кырмыскалар белән туклана.

Ерткычлык хайваннар арасында гына түгел, бәлки хайваннар һәм үсемлекләр арасында да була. Мәсәлән, бөҗәкләр белән тукланучы үсемлекләр (чыклы үлән) бөҗәкләргә карата ерткычлык күрсәтәләр.

Ерткыч хайван үзенең корбанын бөтенләй юкка чыгарып бетерми. Бүреләр, мәсәлән, ел саен боланнар популяциясенең 25%ын гына юк итә. Популяциядәге артым да боланнар үрчү нәтиҗәсендә шул чама була.

Ерткычлар, хәлсезләрне аулап, популяцияләрнең сан һәм состав ягын көйли. Табигатьтә ерткыч — корбан бәйләнеше нәтиҗәсендә табигый сайланыш тормышка ашырыла.

Паразитлык. *Паразитлык* — популяцияләр бәйләнешенең үзенә бертөрле формасы, бу очракта паразитлык итүче организм туклыклы матдәләрне хуҗасы организмыннан ала, аңа зарар китерә, ләкин бик тиз үтерми. Чөнки хуҗаның үлеме паразитның үлеменә китерер иде. Паразит һәм хуҗаның уртак эволюциясе бу организмнар арасында күпмедер тигезләнеш булдырган, бу тигезләнеш сакланганда, икесе дә яшәп кала. Ә инде яңа паразитлар, гадәттә, хуҗа популяцияләрне сан ягыннан бик нык киметә, хәтта аларның юкка чыгуына китерә. Мәсәлән, Америка каштаны Төньяк Американың тау урманнарында үсә, аның үзенең паразитлары була һәм алар белән җай гына бергә яши. Кытай каштанының да үз паразитлары була, мәсәлән агачның кабыгын зарарлаучы паразит гөмбә. Бу гөмбә 1904 елда очраклы гына АКШка барып эләгә. Америка каштанының популяцияләре яңа паразитка каршы тора алмый, һәм 1952 елга барлык зур агачлар корый.

Паразит гөмбәләр, хайваннар, үсемлекләр була. Паразит үсемлекләр башка үсемлекләрдә паразитлык итәләр. Чормавык, шомбия һ.б. — типик паразит үсемлекләр. Чормавык, мәсәлән, фотосинтезга бөтенләй сәләтсез диярлек, ул үзенә кирәкле туклыклы матдәләрне хуҗасыннан ала.

Организмнарның симбиозлык бәйләнешләре. *Симбиоз* — популяцияләрдә яшәүнең бер формасы: симбиозда һәр төр икенче төр белән

бәйләнештән үзенә файда ала. Азот туплаучы төерчек бактерияләренең үсемлекне органик азот белән тәэмин итеп, үзләре алардан шикәр алып яшәве — симбиозның бер мисалы. Лишайниклар — гөмбә һәм суүсемнәр симбиозы. Суүсемнәр гөмбәне шикәр белән тәэмин итә, һәм үзләре гөмбәдән минераль тозлар ала, гөмбә исә бу матдәләрне үзагачтан, тау токымнарыннан, туфрактан һ. б.дан үзләштерә.

Симбиозга керүче организмнар бергә яшәүгә шулкадәр җайлашалар, хәтта еш кына мөстәкыйль яши дә алмыйлар, кайбер симбионтлар аерым яшәгән очракта да башка төрләр белән конкуренциягә каршы тора алмыйлар.

Үзара мөнәсәбәтләрнең бик күптөрле булуы һәм аларның бергә кушылуы ахыр чиктә бергәлекнең гомере озаюга китерә.

- 1. Конкуренция күренешенең асылы нидән гыйбарәт? Аның биологик роле нинди?
- 2. Сез яши торган җирлектә таралган организмнар арасындагы конкуренциягә мисаллар китерегез.
- 3. Ерткыч һәм аның корбаны арасындагы үзара мөнәсәбәтләрнең табигатьтә нинди биологик әһәмияте бар?
- 4. Ни өчен эволюция процессында организмнарның үзара симбиозлык мөнәсәбәтләре барлыкка килгән?
- 5. Бергәлектәге ерткычларны тулысынча юк итү нинди нәтиҗәләргә китерергә мөмкин?

§ 69. Бергәлекләр. Экосистемалар

Бергәлек һәм экосистема турындагы төшенчә. Төрле төрләр популяцияләренең билгеле бер территориядә яшәүче группалары *бергәлекне* тәшкил итә. Теләсә нинди ландшафт турында уйлаганда, без беренче чиратта үсемлекләрне күз алдына китерәбез. Тундра, тайга, яфраклы урманнар, болыннар, далалар, чүлләр төрле үсемлекләр бергәлекләреннән тора. Каен урманнары имәнлектән анда нинди агач токымнары үсү белән генә түгел, урман эчендәге вак куаклыклары һәм үләннәре белән дә аерыла. Үсемлек бергәлекләренең һәркайсының үзенә генә хас хайваннар, гөмбәләр һәм микроорганизмнар бергәлекләре була.

Барлык үсемлекләр, хайваннар, микроорганизмнар, гөмбәләр бергәлекләре бер-берсе белән тыгыз бәйләнештә торалар һәм үзара тәэсир итешүче организмнарның һәм алар популяцияләренең аерылгысыз системасын — *биоценозларны* барлыкка китерәләр. Аларны да *бергәлек* дип йөртәләр. Бергәлекләрнең төрле зурлыктагылары һәм дәрәҗәдәгеләре була. Мәсәлән, далалар бергәлегенә болын далалары бергәлеге дә керә, ә анда үсемлекләр, умырткалы һәм умырткасыз хайваннар, микроорганизмнар бергәлекләре яши.

Тирәлек һәм бергәлек, шулай ук бергәлектәге организмнар арасында матдәләр һәм энергия алмашы бара: тере организмнар тирәлектән яисә бер-берсеннән матдәләр һәм энергия алалар, соңыннан аларны кабат әйләнә-тирәлеккә кайтаралар. Энергия агышы һәм матдәләр әйләнеше

102 нче рәсем. Ылыслы (*өстә*) һәм катнаш урманнар экосистемасы

рәвешендә бара торган мондый алмашу процесслары аркасында, бергәлек (биоценоз) һәм аны чолгап алган әйләнә-тирәлек аерылгысыз бердәмлекне, катлаулы бер системаны тәшкил итә. Шундый системаны *экосистема*, яки *биогеоценоз* дип атыйлар (102 нче рәсем). Соңгы вакытта «экосистема» термины ешрак кулланыла башлады.

Бергәлектәге организмнарның функциональ группалары. Теләсә нинди бергәлек организмнар җыелмасыннан тора, аларны, туклану ысулына карап, өч функциональ группага бүләргә мөмкин. Яшел үсемлекләр — автотрофлар. Алар фотосинтез процессында Кояш энергиясен йотарга һәм органик матдәләр синтезларга сәләтле. Автотрофлар — болар *продуцентлар*, ягъни органик матдәләрне *барлыкка китерүчеләр*, биоценоз организмнарының беренче функциональ группасы.

Теләсә нинди бергәлектә гетеротроф организмнар да яшиләр, алар әзер органик матдәләр белән тукланалар. Гетеротроф организмнар ике төрле була: *консументлар*, яки *кулланучылар* һәм *редуцентлар*, ягъни *таркатучылар*. Консументларга хайваннар керә. Үсемлекләр белән тукланучы хайваннар — үлән, ә ит белән туенучылары башка хайваннарны ашыйлар. Редуцентларга микроорганизмнар — бактерияләр һәм микроскопик гөмбәләр керә. Редуцентлар хайван бүлендекләрен, үсемлек коелдык-

ларын, үлгән хайван калдыкларын, микроорганизмнарны һәм башка төрле органик матдәләрне таркаталар. Таркатучы организмнар үзләре әлеге таркалу процессында барлыкка килгән органик кушылмалар белән тукланалар. Туклану процессында редуцентлар органик калдыкларны минераллаштыралар. Бу процесс су, углерод (IV) оксиды һәм минераль элементлар хасил булганчыга кадәр бара. Минераллашу продуктларын продуцентлар кабат файдаланалар.

Димәк, экосистемада азык һәм энергия бәйләнешләре түбәндәге юнәлештә бара:

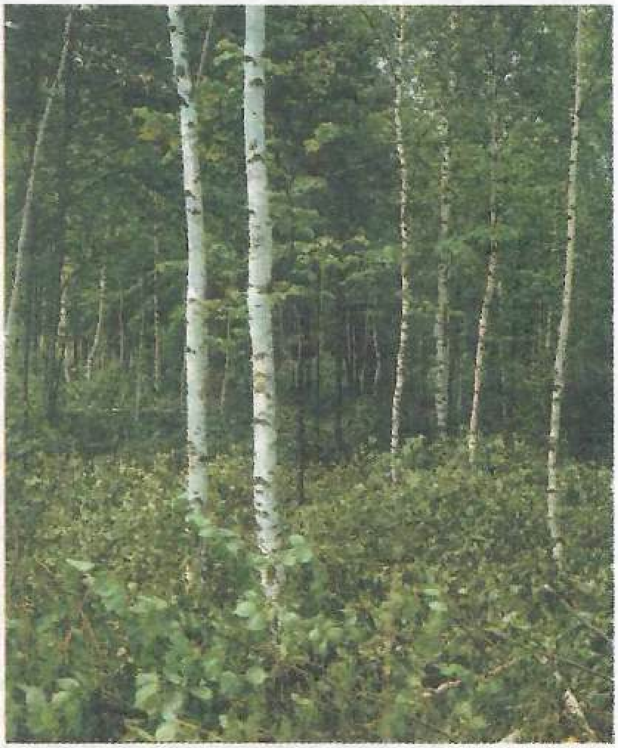
продуцентлар ⟶ консументлар

продуцентлар ⟶ редуцентлар ⟵ консументлар

Организмнарның шушы өч группасы теләсә нинди бергәлектә очрый. Һәр группага экосистемада яшәүче күпләгән популяцияләр керә. Барлык өч группаның уртак эше генә экосистеманың яшәвен тәэмин итә.

Экосистемага мисаллар. Төрле экосистемалар бер-берсеннән организмнарның төр составы буенча да, алар тереклек итә торган тирәлекнең үзлекләре белән дә аерыла. Мисал итеп, яфраклы урманны һәм буаны тикшерик.

Мондый урманда бук, имән, граб, юкә, өрәңге, каен, усак, миләш һәм башка агач токымнары үсә, алар көзен яфракларын коялар. Урманда үсемлекләр берничә ярус хасил итә: биек һәм тәбәнәк агачлар, куаклар, үләннәр һәм мүк капламы. Өске ярус үсемлекләре яктылык яратучан һәм аскы ярус үсемлекләренә караганда температура һәм дымлылыкның үзгәреп торуына яхшырак җайлашканнар. Куаклар, үләннәр һәм мүкләр урман эчендә күләгәдә үсәргә яраталар, биек агачларның яфраклары тулысынча ачылып беткәч, җәен алардан төшкән күләгәдә әлеге икенче ярус үсемлекләре үсә башлый. Җир өстен урман түшәлмәсе каплап ала, ул чери башлаган калдыклардан, коелган яфраклардан, агач һәм куак ботакларыннан тора (103 нче рәсем).



103 нче рәсем. Яфраклы урман экосистемасы

Урманның хайваннар дөньясы бай. Өннәрендә яшәүче кимерүчеләр, бөҗәкләр белән тукланучы җир тычканнары, ерткычлар (төлке, бурсык, аю) күп. Агач башларында яшәүче имезүчеләр

(селәүсен, тиен, борындык) очрый. Үсемлек белән тукланучы эре хайваннар — боланнар, пошилар, кыр кәҗәләре яши. Кабан дуңгызы киң таралган. Кошлар урманның төрле ярусларында: җирдә, куаклыкларда, агач башларында, кәүсәсендә яки куышында оялыйлар. Яфрак һәм үзагач белән тукланучы бөҗәкләр күп, мәсәлән, гусеницалар яфрак ашап, ә кабык коңгызлары үзагач белән тукланалар. Урман түшәлмәсендә һәм туфракның өске катламнарында, бөҗәкләрдән тыш, гаять күп санлы умырткасыз хайваннар (яңгыр суалчаннары, талпаннар, бөҗәк личинкалары), гөмбәләр, бактерияләр тереклек итә.

Экосистеманың тагын бер мисалын китерик. Бу — күпләгән организмнарның яшәү тирәлеге булган сулык — барыгызга да таныш буа. Буаның сай урынында тамыр җибәреп үсә торган (камыш, җикән) яки йөзеп йөрүче эре үсемлекләр (ак төнбоек) очрый. Тирән урынында кояш нуры үтеп кергән кадәр тирәнлектә йөзеп йөрүче вак үсемлекләр, суүсемнәр таралган. Болар *фитопланктон* дип атала. Суүсемнәр күп үрчегәндә, су яшелләнә, бу күренешне су «чәчәк ату» диләр. Фитопланктонда диатом һәм яшел суүсемнәр, шулай ук цианобактерияләр күп була.

Бөҗәк личинкалары, чукмарбашлар, кысласыманнар, үсемлек белән тукланучы балыклар яшел үсемлекләр яки аларның калдыклары белән тукланалар, ерткыч бөҗәкләр һәм ваграк ерткыч балыклар төрле вак хайваннарны ашыйлар, ә эре ерткыч балыклар үсемлек белән тукланучы балыкларны һәм ваграк ерткыч балыкларны аулыйлар.

Органик матдәләрне таркатучы организмнар (бактерияләр, камчылылар, гөмбәләр) бөтен буа буенча таралган, ләкин су төбендә, аеруча үлгән үсемлек һәм хайван калдыклары тупланган урыннарда күп була.

Без тышкы күренеше һәм популяцияләренең төр составы буенча урман һәм буа экосистемаларының бер-берсеннән нык аерылып торуын күрдек. Төрләрнең яшәү тирәлеге төрле: урманда — һава һәм туфрак; буада — һава һәм су. Әмма тере организмнарның функциональ группалары бер типта. Урман продуцентлары — агачлар, куаклар, үләннәр, мүкләр; буада — йөзеп йөрүче үсемлекләр, суүсемнәр һәм зәңгәрсу-яшел суүсемнәр. Урман консументлары — ерткычлар, кошлар, бөҗәкләр, умырткасыз хайваннар (болары туфракта һәм урман түшәлмәсендә яши). Буа консументларына бөҗәкләр, төрле җир-су хайваннары, кысласыманнар, үсемлек белән тукланучы һәм ерткыч балыклар керә. Урманда редуцентларның җирдә яши торган формалары (гөмбәләр, бактерияләр), буада исә суда яши торганнары таралган. Организмнарның мондый функциональ группалары барлык коры җир (тундра, ылыслы һәм яфраклы агач урманнары, далалар, болыннар, чүлләр) һәм су (океаннар, диңгез, күл, елга, буалар) экосистемаларында яшиләр.

1. Бергәлек, биогеоценоз, продуцент, редуцент, консументларга билгеләмәләр бирегез. Үзегезнең як биогеоценозларына мисаллар китерегез.
2. Экосистеманың иң мөһим компонентларын санап чыгыгыз һәм һәркайсының ролен ачып бирегез.
3. Әгәр имәнлектә а) барлык куаклар кисеп бетерелсә; б) үсемлек белән тукланучы бөҗәкләр химик ысул белән юк ителсә, андагы тереклек ничек үзгәрер һәм ни өчен?

§ 70. Энергия агышы һәм туклану чылбырлары

Энергия агышы. Тереклек процессларының теләсә кайсы өчен энергия кирәк. Яшел үсемлекләр өчен бердәнбер энергия чыганагы — Кояш. Кояш энергиясе үтеп керә алмаган экосистемаларда (мәсәлән, океан төбендә) организмнар өчен энергия чыганагы булып неорганик матдәләрнең оксидлашуы хезмәт итә.

Үсемлекләрнең фотосинтезлаучы органнарына төшкән Кояш энергиясе органнарның үзләрендә яңадан барлыкка килгән органик кушылмаларда туплана. Бу энергия продуцентлар тарафыннан төрлечә файдаланыла. Бер өлеше сулауга, ягъни биологик оксидлашуга тотыла (12, 13 нче параграфларны карагыз), икенче өлеше яңадан барлыкка килгән биомассада туплана. *Биомасса* — билгеле бер группаны яки бергәлекне тәшкил иткән организмнарның тулаем массасы ул.

Продуцентлар барлыкка китергән биомассаның берникадәр өлешен үсемлекләр белән тукланучы хайваннар ашый. Ерткыч хайваннар әлеге хайваннар белән туклана һәм энергиянең бер өлеше аларга күчә. Консументлар организмына азык белән кергән энергиянең бер өлеше күзәнәкләрдә бара торган процесслар өчен тотыла, шулай ук тереклек эшчәнлеге продуктлары белән тышкы тирәлеккә чыгарыла. Энергиянең икенче өлеше тәннең массасын арттыруга, үсүгә һәм үрчүгә китә.

Продуцентлар биомассасының хайваннар ашамаган өлеше үлә, һәм анда тупланган энергия үсемлек коелдыклары рәвешендә үлгән биомасса белән туфракка әләгә.

Үсемлек коелдыклары, үләксәләр һәм экскрементлар — редуцентларның азыгы. Энергиянең билгеле бер микъдары редуцентлар биомассасында тупланып кала, ә икенче өлеше таралып бетә. Редуцентлар үләләр, һәм аларның күзәнәкләре шулай ук таркала. Таркалу продуктларыннан туфракның органик матдәләре ясала.

Шулай итеп, энергия продуцентлар дәрәҗәсендә туплана, консументлар һәм редуцентлар аша уза, туфракның органик матдәләре составына керә һәм аның төрле кушылмалары таркалганда тарала.

Әле без тикшергән мисал коры җир экосистемаларына карый. Су экосистемаларында да процесслар шул рәвешле узалар. Энергия агышы теләсә нинди экосистема аша уза, аның билгеле бер өлешеннән һәрбер тереклек иясе файдалана.

Туклану чылбырлары. Энергиянең үзе тупланган чыганактан (үсемлекләрдән) алып күпләгән организмнар аша узуын *туклану чылбыры* дип атыйлар.

Барлык тере организмнар үзара энергетик мөнәсәбәтләр белән бәйләнгәннәр, чөнки аларның һәркайсы башка организмнар өчен яшәү чыганагы булып хезмәт итә. Үсемлекләр белән тукланучы хайваннар (беренче рәт куллланучылар) үлән ашыйлар, беренчел ерткычлар (икенче рәт куллланучылар) үсемлек белән тукланучы хайваннарны ашыйлар, икенчел ерткычлар (өченче рәт куллланучылар) ваграк ерткычлар белән тукланалар. Шулай итеп, туклану чылбырлары продуцентлардан һәм консументлардан төзелә, алар төрле этапларда, 70 нче параграфта сөйләнгәнчә, редуцентлар бергәлеге белән тәмамлана (104 нче рәсем).

104 нче рәсем. Коры җир экосистемаларында туклану чылбырлары

Туклану чылбыры ике типта була. Беренче тип үсемлекләрдән башлана һәм үсемлекләр белән тукланучы хайваннарга һәм аннан ары ерткычларга таба бара. Бу — *үзләштереп бетерүле туклану чылбыры.* Икенче тип үсемлек һәм хайван калдыкларыннан, хайваннарның бүлендекләреннән (экскрементларыннан) башланып, болар белән тукланучы вак хайваннарга һәм микроорганизмнарга таба бара. Микроорганизмнар эшчәнлеге нәтиҗәсендә ярымтаркалу хәлендәге масса — детрит барлыкка килә. Моны *таркалу чылбыры (детритлы чылбыр)* дип атыйлар.

Коры җирдә беренче тип туклану чылбырлары, гадәттә, 3 — 5 буыннан тора, мәсәлән, үсемлекләр → сарыклар → кеше — өч буынлы чылбыр; үсемлекләр → чикерткәләр → кәлтәләр → карчыга — дүрт буынлы чылбыр; үсемлекләр → чикерткәләр → бакалар → еланнар → бөркет — биш буынлы чылбыр. Коры җир биоценозларының туклану чылбыры аша, үсемлекләр биомассасы артымының шактый микъдары калдыклар һәм бүлендекләр аша таркалу чылбырына керә.

Диңгез һәм океаннарда туклану чылбырларының берничә тибы булуы ачыкланды. Шельфта урнашкан диңгезләрдә (мәсәлән, Баренц диңгезендә) бу: фитопланктон → вак кысалалар → вак кысалалар белән тукланучы балыклар (сельдь, мойва) → ерткыч балыклар (тәрәч

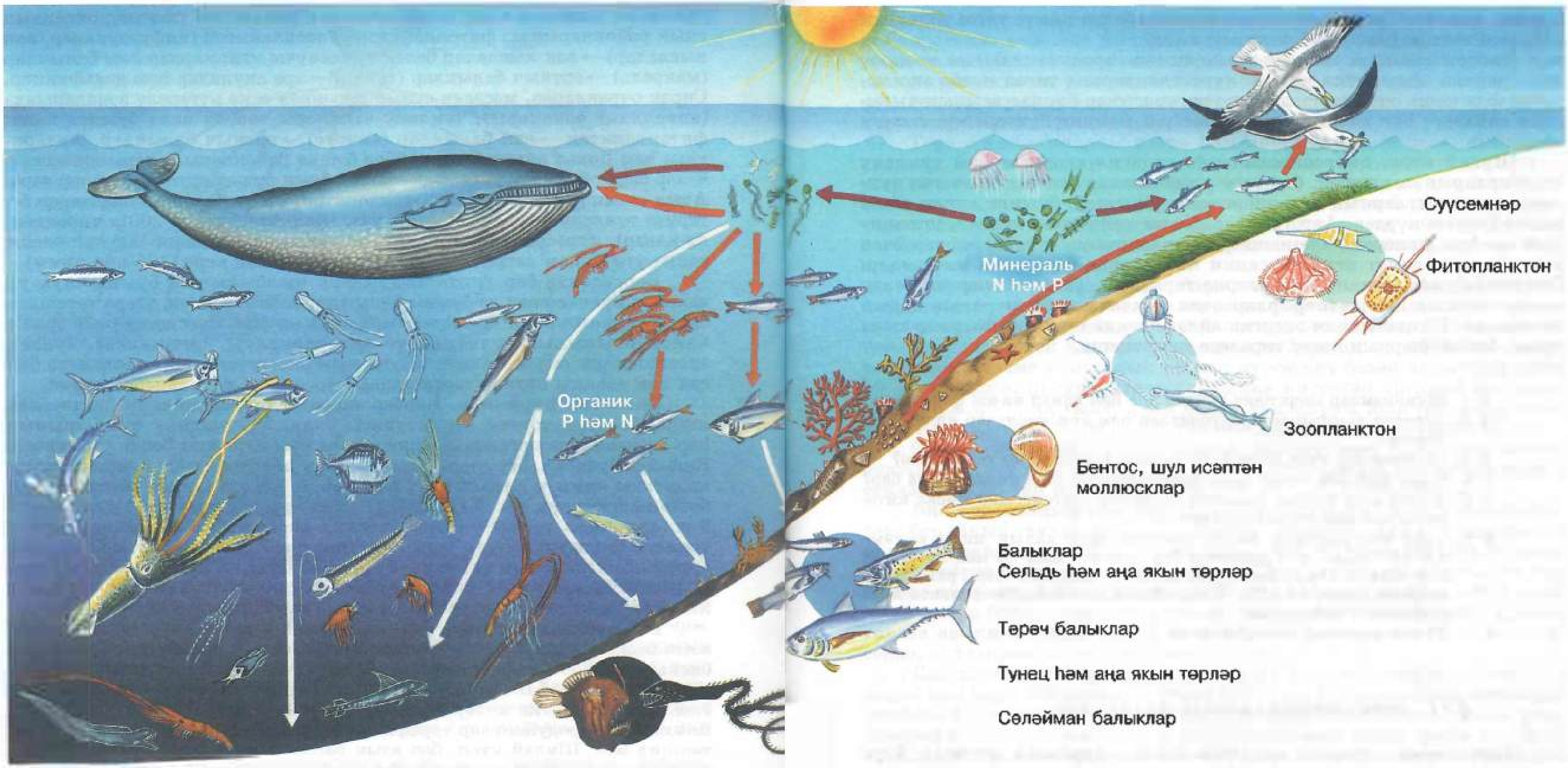
балык) → диңгездә яшәүче имезүчеләр (Гренландия тюлене); океанның ачык районнарында: фитопланктон → зоопланктон (инфузорияләр, вак кыслалар) → вак кыслалар белән тукланучы кальмарлар һәм балыклар (макрель) → ерткыч балыклар (тунец) → эре акулалар һәм дельфиннар. Сирәк очракларда, мәсәлән суның тирәннән өскә күтәрелү зоналарында (апвеллинг зоналары), туклану чылбыры төп өч кенә буынга кала: фитопланктон → вак балыклар (анчоус) → ерткыч балыклар. Антарктика һәм Дөнья океанының кайбер башка районнары суларында имезүчеләр белән бертигез дәрәҗәдә азакккы буын булып ерткыч кошлар тора. Ачык океан районнарында фитопланктонның төп өлеше үзләштереп бетерүле туклану чылбыры буенча уза. Шельфта (уртача 200 м тирәнлеккә кадәр), киресенчә, фитопланктон туплаган биомассаның күп өлеше төпкә утыра һәм детритлы туклану чылбырына керә (105 нче рәсем).

Бергәлектә бер типтагы туклану чылбырының буыны шул ук вакытта икенчесенең дә буыны булып тора. Чылбырлар, үзара тоташып, экосистеманың *азык челтәрен* барлыкка китерә. Экосистеманың теләсә кайсы буынының сүлпәнләнүе яки таркалуы, һичшиксез, тулаем экосистемада чагылыш таба. Шуңа күрә экосистемалар тормышына бик сак һәм азаккы нәтиҗәләрен алдан күреп кенә катнашырга кирәк.

Экологик пирамида. Һәрбер экосистема эчендә азык челтәренең яхшы беленеп торган структурасы була. Ул туклану чылбырының һәр баскычында организмнарның саны һәм зурлыгы белән билгеләнә. Кагыйдә буларак, бер азык баскычыннан икенчесенә күчкәндә, затларның саны кими, ә аларның зурлыгы арта. Мәсәлән, алда әйтелгән дүрт буынлы туклану чылбырында үлән экосистемасының 1 гектарына 9 миллионлап үсемлек (беренче азык баскычы), 700 меңнән артык үсемлек белән тукланучы бөҗәкләр (икенче баскыч), 350 меңнән артык ерткыч бөҗәкләр һәм үрмәкүчләр (өченче баскыч) һәм барлыгы өч кош (дүртенче баскыч) туры килә. Күрүебезчә, *саннар пирамидасы* барлыкка килә, аның нигезе түбәсенә караганда 3 млн тапкыр киңрәк.

Биоценозның билгеле бер баскычына килгән энергия югарырак азык баскычында торган организмнарга өлешчә генә бирелә. Баскычтан баскычка 10 % чамасы гына энергия күчә. Мәсәлән, үсемлекләр → чикерткәләр → бакалар → еланнар → бөркет чылбырында бишенче баскычка бөркеткә кадәр күчә барган энергияне исәпләп чыгарырга мөмкин: бу продуцентлар тарафыннан йотылган энергиянең 0,01 % ын тәшкил итә. Шулай итеп, бер азык баскычыннан икенчесенә энергия күчү бик түбән ФЭК белән уза. Бу бер баскычтан икенчесенә күчкәндә, аннан соңгы һәр баскычта организмнарның саны һәм массасы кимүен һәм туклану чылбырында буыннар санының чикләнгән булуын аңлата.

Экосистемалар продукциясе. Теләсә нинди экосистема өчен ике мөһим зурлык хас: *биомасса* һәм аның бер ел эчендәге *артымы*, яки уңышы. Бер вакыт берәмлегендә барлыкка килгән биомассаның артымы *экосистема продукциясе* дип атала. Коры җир экосистемаларының биомассасы һәм продукциясе бертөрле булмый. Иң түбән биомасса һәм продукция бирүче үсемлекләр — тундрада һәм чүлләрдә, иң югарысы — яңгырлы тропик урманнарда. Тундрада үсемлекләргә — җылылык, ә чүлләрдә су җитми. Тропикларның урман поясында җылылык һәм



105 нче рәсем. Океандагы туклану чылбырлары

дым күп. Океанның ачык киңлекләрендә суүсемнәрнең биомассасы бик аз (еллык продукция 1—2 т/га). Аларның үсеше туклыклы элементлар һәм яктылык җитмәгәннән тоткарлана. Яктылык һәм туклыклы матдәләргә бай урыннарда, мәсәлән яр буйларында, биомасса шактый күбрәк.

Гомумән, безнең планета мәйданының 71 % ын океан биләп торуга карамастан, аның продукциясе коры җир үсемлекләре продукциясенә караганда 3 тапкыр, биомассасы 10 мең тапкыр кимрәк. Коры җир һәм океан үсемлекләренең биомассалары арасындагы мондый зур аерманың сәбәбе түбәндәгедән гыйбарәт. Коры җирнең төп продуцентлары — агачлар, ә океанның — бер күзәнәкле вак суүсемнәр. Агачлар акрын үсә (артымны аз бирә), ә озак яши, аларның биомассалары дистә һәм йөз еллар буена туплана. Океанда суүсемнәр тиз үрчи. Бер ел эчендә аларның дистәләгән һәм йөзләгән буыннары алышына. Шулай итеп, океанда һәр көн суүсемнәрнең запасы кадәр массасы барлыкка килеп тора. Әмма фитопланктонның үлүе һәм төпкә утыруы, шул ук вакытта аның белән консументларның туклануы бер күзәнәкле суүсемнәр массасын

бик тиз киметә. Продуцентларның артымы белән кимүе тигезләшә, һәм аларның запасы һаман түбән килеш кала.

Биогеоценозның энергия агышын һәм продуктивлыгын исәпләү зур практик әһәмияткә ия. Бу күрсәткечләрнең төгәл исәбе экосистемаларда кеше өчен файдалы тере организмнар биомассасының чыгышын көйләргә һәм аның күпмесен тотарга мөмкин булуын күзалларга ярдәм итә.

Шулай итеп, биогеоценозларда энергия агышын һәм туклану чылбырларын тикшереп, без тере организмнар бергәлегендә төп туклыклы элементларның һәм энергиянең буыннан-буынга күчеп әйләнештә булуын күрдек. Автотрофлар, Кояш энергиясен туплап, углекислый газ һәм минераль элементларны үзләштереп, гетеротрофлар өчен азык булып хезмәт итүче органик матдәләрне барлыкка китерәләр. Гетеротрофлар, органик матдәләрне таркатып, үзләрен энергия белән тәэмин итәләр һәм автотрофлар өчен туклану элементларын аерып чыгаралар. Матдәләр һәм энергия әйләнешендә тере организмнар гына түгел, бәлки аларның яшәү тирәлеге дә катнаша.

- 1. Организмнар энергияне кайдан ала һәм аннан ничек файдалана?
- 2. Энергия агышында продуцентлар һәм консументлар ничек бәйләнгән?
- 3. Редуцентлар өчен энергия чыганагы булып нәрсә хезмәт итә?
- ▶ 4. Коры җир һәм океан продуцентлары арасында нинди аерма бар?
- ▶ 5. Үзегез яши торган төбәкнең экологик системасына мисал китерегез һәм аны тасвирлап бирегез.
- ▶ 6. Урта киңлекләрдә Кояш энергиясенең еллык килү күләме $3{,}8 \cdot 10^{10}$ кДж/га. Урманның бер гектары елга 10 мең кг үзагач һәм яфрак бирә. Барлыкка килгән матдәнең һәр граммында энергия уртача 19 кДж. Урман Кояштан килгән энергиянең ничә процентын файдалана?
- ○ 25 нче параграфны кабатлагыз.

§71. Экосистемаларның үзлекләре

Экосистема — үз-үзен яңартып торучы бербөтен система. Тере организмнар бергәлеге һәм абиотик тирәлек бер-берсенә йогынты ясап яши, биогеоценозның һәр ике өлеше дә тереклекне саклау өчен кирәк. Абиотик факторлар популяцияләрнең яшәвен һәм тереклек эшчәнлеген көйлиләр. Шул ук вакытта бу факторлар үзләре тере организмнарның даими йогынтысы астында тора. Яшәү өчен әһәмиятле химик элементлар (C, H, O, N, P) һәм органик кушылмалар терек белән терек булмаганнар арасында өзлексез агымны барлыкка китерәләр: бу — углекислый газны, кислородны, суны файдалану һәм бүлеп чыгару, үсемлек һәм хайван калдыкларын барлыкка китерү һәм таркату, туфракта органик кушылмаларны барлыкка китерү. Тере организмнар тирәлектән яшәү ресурсларын (мәсәлән, сулау процессында атмосферадан

кислород һәм фотосинтез процессында углекислый газ) алалар. Үзләре исә тирәлеккә тереклек эшчәнлеге продуктларын (мәсәлән, фотосинтез процессында атмосферага кислород һәм органик матдәләр таркалу һәм сулау процессында углекислый газ) бирәләр. Кояш энергиясе яшел үсемлекләр тарафыннан туплана һәм биогеоценозда яшәүче барлык популяцияләрнең организмнарына бирелә.

Тере организмнарны үзара һәм яшәү тирәлеге белән бәйләүче энергия һәм матдәләр агышы биогеоценозларның бербөтенлеген тәэмин итә. Организмнарның үрчүгә сәләте, тирәлектә үсү һәм үрчү өчен кирәкле азык һәм энергиянең булуы, шулай ук тирәлекнең тере организмнар тарафыннан яңадан торгызылуы — болар барысы да биогеоценозларның (экосистемаларның) үз-үзләрен яңартып тору шартлары.

Тотрыклылык. Эволюция барышында барлыкка килгән биогеоценозлар тирәлек белән тигезләнештә торалар һәм *тотрыклылык* күрсәтәләр. Тотрыклылык ул — бергәлекнең һәм экосистеманың тышкы тәэсирләрдән килеп чыккан үзгәрешләргә бирешмәве. Мәсәлән, явым-төшемнең күләме күпьеллык уртача күрсәткеч белән чагыштырганда 50 % ка төшсә, продуцентлар барлыкка китергән органик матдәләр микъдары 25 % ка гына, үлән белән тукланучы консументлар саны 10 % ка гына кимесә, бу экосистеманы тотрыклы дип әйтергә була.

Организмнарның уңайсыз шартларны уздырып җибәрергә сәләтле булуы һәм үрчү дәрәҗәләре югары булу экосистемада популяцияләрнең саклануын тәэмин итә, бу аның тотрыклылыгын гарантияли.

Биогеоценозның үзкөйләнүе. Популяцияләрдәге затларның билгеле бер санын саклау, ерткыч — корбан, паразит — хуҗа буыннарында организмнарның туклану чылбырларының барлык баскычларында үзара тәэсир итешүенә нигезләнгән. Туклану чылбырларының бер буыны ниндидер сәбәпләр аркасында юкка чыкса, нигездә, әлеге юкка чыккан төр белән тукланучы төрләр элек үзләре өчен икенче урында торган азыкны күбрәк ашый башлыйлар. Азык алмаштыру нәтиҗәсендә, кулланучы төрләрнең саны саклана.

Биогеоценозда төрнең күпләп үрчүе туклану чылбырларындагы *туры* һәм *кире бәйләнешләр* белән көйләнә. Еш кына һава шартлары уңайлы булганда, үсемлекләр югары уңыш бирә, алар белән үлән ашаучы хайваннарның билгеле бер популяциясе туена. Азык мул булу аркасында, популяциядә затлар саны арта. Үсемлек белән тукланучы хайваннар үзләре ерткычларга азык була. Корбаннарның саны никадәр күп булса, ерткыч шулкадәр азык белән яхшырак тәэмин ителә, һәм ул күбрәк үрчем бирә. Димәк, бу елда корбаннарның саны никадәр күп булса, икенче елда ерткычларның саны шулкадәр күбәя. Ерткычларның саны арту корбаннарның саны кимүгә китерә. Корбаннарның саны кимү ерткычның үрчүен тоткарлый, һәм ерткыч белән корбанның саны үзенең нормаль хәленә — баштагы нисбәтенә кайта.

Үсемлек азыкның күләме, аның белән тукланучы хайваннарның һәм бу хайваннар белән тукланучы ерткычларның саны үзгәреп тору бер-берсенә бәйләнгән. Тундрада леммингларның сан ягыннан үзгәреп тору цикллары — моның ачык мисалы. Берничә елга бер мәртәбә

тундраның гаять зур мәйданында леммингларның саны кискен арта, шуннан соң еш кына бер сезон эчендә шулкадәр үк кинәт кими. Бер үк вакытта лемминглар белән тукланучы ак төлке, төлке һәм мәче башлы ябалакның саны я арта, я кими.

Леммингларның саны үзгәреп тору азыкка бәйләнгән. Лемминглар күпләп үрчегән елда үсемлекләрне бик күп ашыйлар. Үсемлекләрнең төрле өлешләрендәге туклыклы элементлар шактый микъдарда детритка күчә. Икенче елда үсемлек капламы шактый зыян күргәнгә, азык азая һәм аның тотрыклылыгы кими. Моңа бәйле рәвештә, яшь лемминглар начар үсә, һәм аларның бик азы гына исән кала. Ерткычлар өчен азыкка ярлы ел була, һәм алар бөтенләй диярлек үрчеми.

Аннан соңгы елларда туклыклы матдәләргә бай үсемлек калдыклары минераллаша; туклыклы элементларны үсемлекләр үзләштерә; леммингларга азык күбәя һәм аның туклыклылыгы яхшыра, леммингларның саны яңадан бик нык арта; ерткычлар, яхшы тукланып, тиз үрчи башлый. Шулай итеп, биогеоценозда организмнар популяцияләре бер-берсенең затлар санын чиклиләр, шуның аркасында әлеге экосистема озак вакыт яши.

Үзкөйләнү бозылган күренешләр белән очрашканда, без сан ягыннан көйләү өчен аның нинди әһәмияте барын яхшырак аңлыйбыз. Бу, гадәттә, бергәлекнең структурасы кеше тарафыннан бозылган очракларда күзәтелә. Австралиядә кроликлар белән булган хәл моңа мисал була ала.

Кеше Европадан башка континентларга күчә башлагач, үзе белән йорт хайваннарын, шул исәптән кроликны да ала. 1859 елда Австралиядәге фермаларның берсеннән читтән алып килгән 12 пар җәнлекне чыгарып җибәрәләр. Австралиянең биогеоценозларында кроликларны тотып ашарлык ерткычлар бик аз була. 40 ел эчендә кроликларның саны берничә йөз миллион затка җитә. Алар бөтен континент буйлап таралалар, болыннарны һәм көтүлекләрне корыталар, җирле нарат үсентеләрен кимереп бетерәләр һәм илнең икътисадына зыян китерәләр.

Шулай итеп, табигый экосистемаларда затларның саны үзеннән-үзе көйләнә. Антропоген фактор йогынтысында табигый туклану чылбырларының бозылуы, экосистемага уйламыйча катнашу аерым популяцияләрдә затларның контрольдән чыгарлык дәрәҗәдә үрчеп китүенә һәм табигый экологик бергәлекләрнең бозылуына китерергә мөмкин.

1. Теләсә кайсы биогеоценоз — тотрыклы система, чөнки анда кирәкле матдәләр һәм энергиянең килүе белән тотылуы арасында тигезләнеш бар. Агулы матдәләр белән пычрану яки парник эффекты бу тигезләнешне ничек бозарга мөмкин, шуны уйлап әйтегез.
2. Биогеоценозның үзкөйләнүе ничек тормышка ашырыла?
3. Дәүләт чикләрендә ни өчен санитар-биологик күзәтү куелган?

§72. Экосистемаларның алмашынуы

Биогеоценоз мәңгелек түгел. Иртәме-соңмы, анда алмашыну була. Алмашынулар, гадәттә, тере организмнар үзләре тирәлекне үзгәртүләре йогынтысында, климат шартлары үзгәргәндә, Җирдәге тереклекнең эволюциясе процессында, кеше йогынтысында була.

Экосистеманың үзеннән-үзе үсеше һәм алмашынуы. Тере организмнарның тирәлекне үзгәртүенә мисал итеп таш кыяларның үсемлекләр белән каплануын тикшерик. Үсемлекнең үсә башлавы өчен иң башлап тау токымнарының җилдән ашалуы зарур. Алар таркала, өлешчә эри һәм минералларның химик үзлекләре үзгәрә.

Башлангыч стадияләрдә үк беренче урнашып үрчи башлаган организмнарның: төрле бактерияләр, суүсемнәр, юшкын лишайникларның роле гаять зур. Цианобактерияләр, ирекле яшәүче суүсемнәр һәм лишайниклар составындагы суүсемнәр — продуцентлар — органик матдәләрне барлыкка китерүчеләр. Күп кенә цианобактерияләр һавадан азотны үзләштерәләр һәм тереклек өчен ярап бетмәгән тирәлекне баеталар. Лишайниклар бүлеп чыгарган органик кислоталар тау токымын эретәләр һәм минераль туклану элементларының туплануына булышлык итәләр. Бактерияләр һәм гөмбәләр продуцентлар барлыкка китергән органик матдәләрне таркаталар.

Органик матдәләр тулысынча минераллашмый. Акрынлап төрле органик һәм минераль кушылмалардан, шулай ук азотка баеган үсемлек калдыкларыннан торган катнашма туплана. Мүкләр һәм куакчыл лишайниклар үсә башлау өчен шартлар туа. Органик матдәләр һәм азот туплану процессы тизләшә, юка гына туфрак катламы ясала.

Уңайсыз шартларда яшәргә сәләтле гади бергәлек барлыкка килә. Беренче килеп урнашкан организмнар шәрә кыяларның кырыс шартларына яхшы җайлашканнар — алар корылыкка да, кызуга да, салкынга да түзәләр. Акрын, ләкин өзлексез рәвештә алар үзләренең яшәү тирәлеген үзгәртәләр һәм шуның белән башка популяцияләр өчен шартлар тудыралар. Үләнчел үсемлекләр (күрән, кыяклылар, тукранбаш, кыңгырау чәчәк) үсә башлау белән, дым, яктылык, туклыклы элементлар өчен көрәш кискенләшә. Беренче килеп урнашучылар яңа килгәннәр тарафыннан кысрыкланалар. Үләннәрдән соң куаклар үсә башлыйлар һәм ясала барган туфракны тамырлары белән беркетәләр. Үлән-куак бергәлекләре урман бергәлекләренә алмашына.

Экосистеманың дәвамлы үсеше һәм алмашынуы барышында анда яшәүче тере организмнарның төрләре саны артканнан-арта бара. Бергәлек һаман да катлаулана, аның туклану чылтәре тармаклана төшә. Организмнар арасындагы бәйләнешләр төрләнә, бергәлек тирәлек ресурсларыннан тулырак файдалана. Тирәлек шартларына яхшырак җайлашкан һәм үзен көйләргә сәләтле, өлгергән бергәлек этабы башлана. Өлгергән бергәлектә төрләрнең популяцияләре яхшы үрчи һәм башка төрләр белән алмашынмый.

Экосистемаларның мондый алмашынуы меңләгән еллар дәвам итә. Ләкин бер буын кешеләре күз алдында уза торган алмашынулар да була, мәсәлән, сай сулыкларның үлән белән каплануы.

106 нчы рәсем. Каен урманы үзгәрешенә антропоген фактор йогынтысы (103 нче рәсем белән чагыштырыгыз)

Экосистемаларның кеше (антропоген фактор) йогынтысында алмашынуы. Экосистеманы үзгәртүче бик көчле фактор булып кешенең хуҗалык эшчәнлеге исәпләнә. Кешенең табигый экосистемаларга йогынтысы күптәннән башланган. Җир йөзендә халык саны арту белән бергә, ул һәрвакыт көчәя барган. Соңгы йөзьеллыкта промышленностьның, авыл хуҗалыгының тиз үсүенә, шәһәрләрнең саны артуына бәйле рәвештә, кешенең экосистемага йогынтысы хәлиткеч төс ала. Шәһәр тирәләрендә халыкның ял итү урыны булган «яшел зоналар»да бу аеруча нык сизелә. Андый җирләрдә кешеләр, ял итеп йөргәндә, үләнне таптыйлар. Җиләк һәм гөмбә җыйганда, үсемлек сабакларын сындыралар, тапталудан туфрак тыгызлана, аның дым саклау сәләте кими. Урман үсемлекләренең тамырчалары, гадәттә, бик өстә, яфрак түшәлмәсе астында ук таралып үсүчән була, шунлыктан әлеге факторлар аларга тискәре йогынты ясый.

Нык тапталудан яшь агачлар зыян күрә. Куаклар һәм зур агачлар очтан корый башлый, алар гөмбә авыруларына һәм корткычларга тиз бирешә. Нәтиҗәдә урман сирәгәеп, яктырып кала (106 нчы рәсем). Андый урманнарда яктылык яратучы болын үләннәренә үсү өчен уңайлы шартлар туа. Алар, кәс барлыкка китерү сәбәпле, тапталудан да артык интекмиләр. Урман үләннәре болын үләннәре басып китүгә каршы тора алмый юкка чыга.

Терлек көтү болын, дала һәм чүл экосистемаларын нык үзгәртә. Терлек үзе яраткан үлән төрләрен генә ашап йөри, бу исә ашарга яраксыз үсемлекләрнең таралуына китерә. Көтүлекләрне аксыргак, кузгалак, чәнчү үләне, әрем басып китә. Кыйммәтле азык-үлән булып исәпләнгән кыяклылар сирәгәя. Күп кенә үсемлекләр чәчәк атып орлык бирергә өлгермиләр. Аларның төрләре кими, бергәлек ярлылана. Күпьеллык үләннәр тамыр системасы көчсезрәк берьеллыклар белән алмашына. Тамыр белән берекмәгән туфрак су агымыннан яки җилдән ашала, тузанлана. Туфракның тузанга әйләнүе тирәлекнең туклыклы элементларга һәм суга ярлылануына китерә, бу исә үсемлекләрнең үсү

шартларын кискен начарайта һәм аларның уңышын киметә. Төрле үләннәргә бай уңдырышлы туфраклы болыннар һәм далалар көтүне чамасыз йөртүдән буш җирләргә әверелә.

Антропоген фактор — биогеоценозларны иң тиз үзгәртүче факторларның берсе. Ул берничә ел эчендә һәм еш кына кинәт алмашына. Мондый кинәт алмашынуга урман кисү, агроценоз барлыкка китереп җирләрне сөрү, сусаклагычлар төзү һәм коры җир экосистемаларын су экосистемаларына әверелдерү керә.

Экосистемаларның абиотик факторлар йогынтысында алмашынуы. Җир йөзендә климат күп тапкырлар алмашынган. Җылы климат урнашса, экосистемаларда табигый сайланыш нәтиҗәсендә үсемлек, хайван һәм микроорганизмнарның җылы яратучы төрләре өстенлек алган, климат салкыная башласа, салкынга чыдам төрләре күбәйгән. Явым-төшем аз булган чорларда корылыкка чыдам организмнарның саны арткан. Явым-төшем мул чорлар дым яратучы организмнарның күпләп үрчүенә китергән.

Климатка бәйле рәвештә экосистемалар алмашынганда, табигый сайланыш нәтиҗәсендә бер төрдәге организмнарның саны кими, аларның ареалы тарая, алар биологик регресс кичерәләр. Яшәү өчен көрәштә нығрак булып чыккан башка төрләр саннарын арттыралар, тереклек итү ареалын киңәйтәләр, ягъни биологик прогресс кичерәләр.

▶ 1. Иске биналар стенасында ни өчен лишайниклар, мүкләр үсә, кайбер җайлырак урыннарда каеннарны да күрергә мөмкин?

▶ 2. Антропоген фактор йогынтысында экосистемалар алмашынуның нинди мисалын күзәткәнегез бар?

▶ 3. Сез яши торган төбәктә экосистемаларны саклауның нинди чаралары үткәрелә?

○ 48 нче параграфны кабатлагыз.

§73. Агроценозлар

Агроценозның структурасы. Урманнар, тундра, дала, чүл, елгалар, диңгезләр һ. б. — табигый экосистемалар. Кырлар, яшелчә һәм җиләк-җимеш бакчалары, парклар, яшь урман, көтүлекләр — кеше тарафыннан барлыкка китерелгән экосистемалар. Аларны *агроценозлар* дип атыйлар. Агроценозлар дип структурасын һәм функциясен кеше үз мәнфәгатендә барлыкка китергән, саклаган һәм күзәтчелек иткән экосистемаларга әйтәләр.

Агроценозның бер мисалы — бодай басуы. Анда башлыча бодай, анда-санда чүп үлән үсә. Табигый экосистемаларга караганда анда хайваннар шактый ук аз, ләкин бөтенләй юк дип тә булмый (чебен личинкалары, коңгызлар, яңгыр суалчаннары һ. б. яши). Кайчак корткыч бөҗәкләрнең саны кискен артып китә. Өннәрендә кыр тычканнары яши, аларны төлкеләр аулый, иген бөртеге белән тукланучы кошлар, алар артыннан ерткыч кошлар очып килә. Көзен иген уңышын җыеп алалар. Кырда салам һәм камыл кала, аларны туфрактагы гөмбәләр һәм бактерияләр тарката.

Агроценозда, теләсә нинди табигый экосистемалардагы кебек үк, организмнарның шул ук группалары: продуцентлар, консументлар һәм редуцентлар була. Бодай басуы агроценозының продуцентлары — бодай һәм чүп үләннәр. Бөҗәкләр, кошлар, кыр тычканнары, төлкеләр үсемлек яки хайваннар белән тукланалар, ягъни консументларны тәшкил итәләр. Гөмбәләр һәм бактерияләр, органик матдәләрне минераллаштырып, редуцентлар хезмәтен үтиләр. Агроценозда табигый экосистемадагыча туклану чылбыры урнаша. Бу туклану чылбырының мәҗбүри буыны булып кырларны сөреп уңыш үстерүче һәм аны җыеп алучы кеше исәпләнә.

Үсемлекләр тарафыннан тупланган энергия һәм туклыклы матдәләр агроценозның бөтен туклану чылбыры аша уза. Энергиянең бер өлеше организмнарның сулау процессында тотыла, икенче өлеше бөртек белән бергә агроценоздан китә, тагын бер өлеше туфрактагы органик матдәдә кала. Туклыклы матдәләр өлешчә уңыш белән китә, өлешчә туфракка кайта. Димәк, агроценозда һәм табигый биогеоценозда бергәлекнең структурасы һәм функциясе охшаш икән. Агроценоз, урман яки болын кебек үк, катлаулы экологик система булып тора.

Агроценоз белән биогеоценоз арасындагы аерымлыклар. Шулай да агроценоз белән биогеоценоз арасында шактый зур аерымлыклар да бар. Беренче аерымлык сайланышның төрле юнәлештә булуыннан гыйбарәт. Табигый сайланыш, биогеоценозда тотрыксыз, яшәү сәләте түбән организмнарны һәм аларның бергәлекләрен юкка чыгарып, аның төп үзлеген — тотрыклылыгын формалаштыра. Үсемлекләрнең яктылык, җылылык, дымлылык, туклыклы элементлар белән начар тәэмин ителеше шартларында яшәү өчен көрәштә җиңеп чыккан төрләр генә сакланып кала. Бергәлектә яшәп калу — бу, димәк, яшәү циклын узу һәм нәсел бирү дигән сүз.

Агроценозларда табигый сайланышның тәэсире көчсезрәк. Биредә ясалма сайланыш үткәрелә. Кеше сайланышны иң әүвәл авыл хуҗалыгы культураларының уңышын күтәрүгә юнәлдерә. Биогеоценозда табигый сайланыш тирәлекнең уңайсыз факторлары тәэсиренә чыдамлы организмнар барлыкка килү юнәлешендә бара. Агроценозларда кеше, ясалма сайланыш үткәреп, күп продукт бирә торган организмнарны китереп чыгара. Шулай итеп, биогеоценозларда һәм агроценозларда сайланышның төрле төрләре бара.

Агроценозларның биогеоценозлардан икенче аерымлыгы: агроценозлар өстәмә энергиядән файдалана. Биогеоценозлар өчен бердәнбер энергия чыганагы — Кояш. Агроценозлар Кояш энергиясен генә түгел, кеше керткән өстәмә энергияне дә ала. Ашламалар, корткычларга һәм чүп үләннәргә каршы агулар җитештерү өчен, су сиптерү яки сазлы җирләрне киптерү өчен, энергия тотыла. Агроценозлар шундый өстәмә энергия сарыф иткәндә генә яши һәм уңыш бирә ала.

Биогеоценозлар белән агроценозлар арасындагы иң төп аерма — туклыклы элементлар балансында. Биогеоценозларда үсемлекләр тарафыннан үзләштерелгән барлык элементлар, вакыт узу белән, кабат туфракка кайта. Агроценозлардан туклыклы матдәләрнең, беренче чиратта тереклек өчен әһәмиятле азот һәм фосфорның бер өлеше уңыш

белән китә. Бу югалтуларны кеше туфракка минераль һәм органик ашламалар кертеп, даими тулыландырып тора.

Табигый биогеоценозлар — үзен үзе көйләүче экосистемалар, агроценозларны исә кеше көйли. Уңыш алу һәм агроценозны саклау өчен, кеше коры җирләрне сугарып һәм артык дымлы булганда киптереп, табигый факторларның йогынтысын күзәтеп һәм үзгәртеп тора. Ул, үзе чәчкән яки утырткан үсемлекләргә аерым шартлар тудырып, чүп үләннәргә һәм авыл хуҗалыгы корткычларына каршы көрәшә. Сортларны үзгәртеп, югары һәм тотрыклы уңыш алуга ирешә, туфракның уңдырышлылыгын саклау һәм арттыру өчен, ашламалар куллана.

Әгәр агроценозларны карап тормасаң, ул бик тиз ярлылана һәм юкка чыга. Беренчедән, теләсә нинди экосистеманың тотрыклылыгы төрләрнең күптөрлелеге белән бәйләнгән, ә агроценозга кергән төрләрнең саны бик аз. Икенчедән, культуралы үсемлекләр кыргый төрләргә каршы тора алмый башлый. Агроценоз урынында коры климат шартларында — дала, салкын һәм дымлы шартларда урман барлыкка килә.

Агроценозлар ел саен 2400 млн т чамасы авыл хуҗалыгы продукциясен бирә. Моның яртысын диярлек бодай, дөге, кукуруз, бәрәңге тәшкил итә. Җир йөзендә коры җирнең 10 % ын агроценозлар били. Яткын җирләрне үзләштерү шактый күп хезмәт куюны һәм чыгымнар тотуны таләп итә, чөнки игенчелек өчен уңайлы саналган җирләрне инде кеше эшкәртеп бетергән.

1. Сез ничек уйлыйсыз, агроценозларның мәйданын арттыруга бәйле рәвештә, безнең планетада нинди глобаль үзгәрешләр барлыкка килергә мөмкин? Аларны ничек булдырмый калырга була?
2. Агроценозларга мисаллар китерегез, алардагы продуцентларны, консументларны, редуцентларны аерып күрсәтегез.
3. Басуларда яшәү өчен көрәш барамы, бу фермалардагы яки җәнлек үрчетү хуҗалыкларындагы хайван токымнарына кагыламы?

§74. Кешенең практик эшчәнлегендә экологик белемнәрнең кулланылышы

Корткычларга каршы биологик көрәш методлары. Авыл хуҗалыгы корткычларына һәм чүп үләннәргә каршы көрәшү өчен, илебездә һәм бөтен дөньяда синтезланган органик кушылмалар кулланыла. Алар пестицидлар дип йөртелә. Барлык пестицидлар теге яки бу организм өчен агулы, һәм алар тиз агулап үтерә торган көчкә ия. Пестицидлар күп очракта үсемлекләрне саклау проблемаларын хәл итәргә мөмкинлек бирде, мәсәлән, күчмә саранчаның санын хәзер уңышлы төстә контрольдә тотып була. Әгәр аларның популяцияләре кинәт арта башласа, бу урыннарны пестицидлар белән агулыйлар һәм аларның үрчүен бик тиз басалар. Ләкин пестицидлар куллану күп кенә тискәре нәтиҗәләргә китерә. Аларның һәлакәтле йогынтысы еш

кына корткычка гына түгел, бәлки күп кенә башка организмнарга да, шул исәптән бу корткычның табигый дошманына да тия. Биоценозда биологик тигезләнеш һәм затларның сан ягыннан үзкөйләнүе бозыла.

Әйләнә-тирәлекнең пычрануы һәм экологик тигезләнешнең бозылуы галимнәрне корткычларга каршы көрәшнең яңа ысулларын табарга мәҗбүр итте. Биологик көрәш методлары — шундый ысулларның берсе. Хуҗалыкта кирәксез организмнарның санын башка төрләр ярдәмендә киметү алымнарын *биологик методлар* дип атыйлар. Корткычларның санын киметүгә аларны күпләп кырып яки үрчүен киметеп ирешергә мөмкин. Австралиядә кроликларга каршы көрәштә нәкъ менә шушы методтан файдаланалар. Кроликлар популяциясенә Көньяк Америка кроликларында табылган чәчәк вирусына якын торган вирус йоктыралар. Беренче эпидемиядә үк йогышланган популяцияләрдә кроликларның 99,8 % ы үлә, бу билгеле бер вакыт эчендә аларның санын киметә.

Узган гасырда бакча корткычы — калканлы корткыч — очраклы рәвештә Австралиядән Төньяк Америкага, ә соңрак Европага килеп эләгә. Яңа җирдә табигый дошманнары булмаганлыктан, аларның саны бик нык артып китә. Европа һәм Америкага калканлы корткычның табигый дошманы булган камканы керткәч кенә, аны юк итүгә ирешелә.

Биологик көрәш бөҗәкләргә каршы гына түгел, чүп үләннәргә каршы да кулланылырга мөмкин. Опунция дип аталган кактус Австралиягә бүлмә гөле буларак керә. Әмма гөл чүлмәгеннән табигый шартларга эләгүе аның коточкыч үрчүенә сәбәп була, һәм кактус миллионлаган гектар сөрү җирләрен һәм көтүлекләрне биләп ала. Ул Австралиянең чын бәласенә әверелә. Моны бетерүгә шулай ук биологик методлар белән генә ирешелә. 30 нчы еллар башында бу илгә Аргентинадан гусеницалары опунцияне кимереп туклана торган күбәләкләр кертәләр. Гусеницалар кактусларны бик тиз ашап бетерәләр.

Экологик белемнәрне урманчылыкта куллану. Планетабызда урманнарның мәйданы һаман кими бара. Бу хәл урманның, еллык артымны азрак биреп, күбрәк киселүе белән аңлатыла. Урман байлыкларыннан рациональ файдалану — киселгән агачларның санын үсеп җиткәннәр саныннан арттырмау дигән сүз. Табигый урманнар бетә бару белән, кеше тарафыннан утыртылган урманнар күбрәк үсеп чыга башлады. Урман хуҗалыгы алдына шундый сорау килеп туа: бер генә культурадан (монокультурадан) торган урман яки катнаш урман утырту файдалымы, әллә табигый урман яхшымы? Монокультура хуҗалык өчен отышлырак. Файдаланганда, ул ел саен күбрәк агач бирергә мөмкин һәм эшләү өчен дә уңайлырак.

Әмма урман агач алу өчен генә үстерелми. Аның башка бик күп функцияләре бар. Ул — кыргый хайваннар өчен яшәү тирәлеге, һава, су һәм туфракны саклый, кеше өчен ял урыны һ. б. Боларның барысын да, уңышы түбәнрәк булса да, агачны даими биреп торучы табигый урманнар канәгатьләндерә; агачтан тыш, алар җиләк, чикләвек, гөмбәләр, дару үләннәрен дә бирә.

Димәк, табигый урманы да, утырткан агачлары да булган структураны булдыру — иң отышлысы. Шушы типтагы урман агачларының

нисбәте, утырту өчен урын сайлау, дөрес кисү, урмандагы агачларны сайлап кисү, аны саклау чаралары — болар барысы да урман хуҗалыгы эшен оештыруда гамәли экологиянең бурычлары.

Экологик белемнәрне балык тоту һәм балык үрчетүдә куллану. Теләсә нинди төр өчен, аның популяциясенә зыян китермичә, югары табыш тәэмин итәрлек оптималь аулау дәрәҗәсе була. Экологик яктан дөрес оештырылган промысел бер елда тотыла торган балык күләме белән популяциядәге үрчү чорына кергән балыклар арасындагы тигезләнешнең саклануын таләп итә. Балыклар популяциясенең яшь составын белеп, аннан дөрес файдалану, төрнең санына зыян китермичә, яшь балыкларны да тотарга мөмкинлек бирә.

Балыкны мөмкин булганнан артык тоту аркасында, башта һәр тотымның күләме кими, аннан балык, гомумән, сирәгәя, ягъни популяция сан ягыннан кечерәя. Яңа буынның саны үзгәрү закончалыкларын белү теләсә нинди хайван популяцияләрен рациональ файдалану өчен кирәк.

Күлләрдә һәм буаларда балыкның күплеге сулыклардагы азыкка, суның температурасына, балыкның төренә һәм туклану чылбырында төрнең тоткан урынына бәйле. Азык запасы аз, салкын суда тереклек итүче балыклар (мәсәлән, сөләйман балык) бар. Аңлашыла ки, бу төрнең продуктивлыгы түбән була. Туклану чылбырында дүртенче яки бишенче буынны хасил итүче балыкларның продуктивлыгы шулай ук түбән. Бишенче буын (мәсәлән, чуртан), зоопланктон (сулыктагы вак умырткасыз хайваннар) белән туенучы балыкларны ашаучы балыклар белән туклана. Зоопланктон суүсемнәр белән туклана. Белүебезчә, туклану чылбырының бер буыныннан икенче буынына күчкәндә, энергия тотыла, һәм үзеннән соң килгән һәр буында биомасса кими. Менә ни өчен дүртенче һәм бишенче буыннарның продуктивлыгы түбән була. Иң продуктив балыклар — суүсемнәр һәм зоопланктон белән тукланучылар, ягъни продуцентларга якынрак торучылары.

Туклану чылбырын һәм сулыктагы азык муллыгын белү бу шартларда нинди балыкларны һәм күпме күләмдә үрчетү максатка ярашлы булуын, шулай ук нинди популяцияләр җыелмасы азык ресурсларын нәтиҗәлерәк файдаланачагын һәм башка шундый мәсьәләләрне чишәргә ярдәм итә.

Экология һәм космос. Экологиянең иң кызыклы өлкәсе булып галәмдә озак тикшеренүләр вакытында кешенең тереклек эшчәнлеген тәэмин итә алырлык йомык ясалма экосистемалар булдыру санала. Йомык ясалма экосистемада шулай ук матдәләр әйләнеше бара, аны биологик механизмнар белән көйләргә мөмкин. Суүсемнәрнең яки коры җир үсемлекләренең фотосинтезы — «космик яшелчә бакчасы» — углекислый газның йотылуын һәм кешегә сулау өчен кислород бүленеп чыгуын тәэмин итә. Редуцентлар (микроорганизмнар), кыска туклану чылбырын хасил итеп, кеше организмыннан чыккан барлык калдыкларны минераллаштыра. Барлыкка килгән минераль матдәләрне һәм суны космонавтлар өчен азык бирүче «космик яшелчә бакчасы» файдалана. Мондый эксперименталь йомык экосистемалар инде булдырылды.

Шундый системаларны эшләү космос өчен генә түгел, бәлки иң беренче чиратта калдыксыз эшләүче тиңдәшсез системалар буларак Җир өчен дә гаять әһәмиятле. Аларны оештыру принциплары калдыксыз производстволар технологиясенә кергән.

▶ Экологик белемнәр кешенең практик эшчәнлегендә киң кулланылыш таба. Моны дәлилләгез. Экология нинди проблемаларны хәл итә?

○ 11 нче параграфны кабатлагыз.

XVI бүлек. БИОСФЕРА. БИОСФЕРАНЫ САКЛАУ

Тереклек барлыкка килгән чордан башлап, җир өстендә эволюция аеруча тиз барган. Тереклекнең геохимик роле атмосфераның газлар составын, диңгез һәм төче су составын тигезләнеш хәлендә тотуда, климатка һәм туфракның уңдырышлылыгына йогынтысында чагыла.

Табигатьтәге тигезләнешнең саклану системасына кешенең йогынтысы безнең планетаның йөзен үзгәртүче һәлакәтле нәтиҗәләргә китерә.

§75. Биосфераның составы һәм функцияләре

Җирдәге биогеоценозлар (экосистемалар) тулаем зур бер экологик системаны — *биосфераны* тәшкил итә. Биогеоценозлар биосфераның элементар структурасы булып тора.

Биосфераның компонентлары. Биосфера тере һәм тере булмаган компонентлардан тора. Безнең планетадагы барлык тере организмнар җыелмасы *биосфераның терек матдәсен* барлыкка китерә. Тере организмнарның төп массасы Җирнең өч геологик тышчасы: газсыман (атмосфера), сыек (гидросфера) һәм каты (литосфера) тышчалары чигендә тупланган. Атмосфера, литосфера һәм гидросфераның тере булмаган компонентларына исә матдәләр һәм энергия күчешенең (миграциясенең) катлаулы процесслары аша биосфераның терек матдәсе белән бәйләнгән өлеше керә. Планетада тереклек чикләре бер үк вакытта биосфера чикләре дә булып тора. Шулай итеп, *биосфера* — Җирнең составы, структурасы һәм энергетикасы тере организмнарның уртак эшчәнлеге белән билгеләнә торган тышчасы ул.

Биосфера турындагы тәгълиматка танылган рус галиме В. И. Вернадский нигез сала. Ул биосферада барлык тере организмнарның геологик эшчәнлеге аны Җирнең башка сфераларыннан аерып торуын күрсәтә. Тере организмнар, Кояш энергиясен әверелдереп, геологик процессларга йогынты ясаучы куәтле көч булып тора. Җирнең махсус тышчасы буларак, биосфераның үзенчәлекле билгесе булып анда тере организмнар эшчәнлеге белән көйләнүле өзлексез бара торган матдәләр әйләнеше исәпләнә. Биосфера энергияне читтән — Кояштан алганга, аны *ачык система* дип йөртәләр.

ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ ВЕРНАДСКИЙ (1863—1945) — ватаныбызның танылган галиме, табигать фәннәре белгече, философ, минералог, биохимиягә һәм биосфера турындагы тәгълиматка нигез салучы.

Биосферада матдәләр һәм энергия миграциясенең башлангыч этабы автотроф организмнарның фотосинтез процессында Кояш нурлары энергиясен әверелдерүеннән гыйбарәт. Шуңа күрә, Вернадский тәгълиматындагыча, Җирдә яшәүче тере организмнар Кояш нурлары энергиясен геохимик процесслар энергиясенә әверелдерүче катлаулы система булып тора. Тере организмнар, матдәләр әйләнешен көйләгән хәлдә, безнең планетаның йөзен үзгәртүче көчле геологик фактор булып хезмәт итә.

Терек матдәнең функцияләре. Терек матдә биосферада түбәндәге биохимик функцияләрне башкара: *газлар алмашы* — газларны йота һәм аерып чыгара; *оксидлашу-кайтарылу* реакциясен — углеводларны углекислый газга кадәр оксидлаштыра һәм аны углеводларга кадәр кайтара; *туплау* функциясен — туплаучы организмнар (концентратор организмнар) үз тәннәрендә һәм скелетларында азот, фосфор, кремний, магнийны туплый. Бу функцияләрне тормышка ашырып, биосфераның терек матдәсе минераль матдәләрдән табигый суларны һәм туфракларны барлыкка китерә, ул электән үк атмосфераны тудырган һәм хәзер дә аны тигезләнеш хәлендә тота. Терек матдә катнашында табигатьтә ашалу процессы бара, һәм тау токымнары геохимик процессларга катнашып китә.

Терек матдәнең газлар алмашы һәм оксидлашу-кайтарылу функцияләре фотосинтез һәм сулау процесслары белән тыгыз бәйләнгән. Органик матдәләрне барлыкка китерү (биосинтез) процессында автотроф организмнар борынгы атмосферадан гаять күп микъдарда углекислый газны үзләштергән. Яшел үсемлекләрнең биомассасы арту белән, атмосфераның газлар составы үзгәргән — углекислый газ микъдары кимегән, кислородның концентрациясе арткан. Атмосферадагы барлык кислород автотроф организмнарның тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә барлыкка килгән. Үз чиратында кислород организмнар тарафыннан сулау процессы өчен тотыла, шуның нәтиҗәсендә атмосферага кабат углекислый газ аерылып чыга. Шул рәвешле, тере организмнар электән үк безнең планетаның атмосферасын барлыкка китергән һәм аны

миллион еллар дәвамында саклап килгән. Планета атмосферасында кислородның артуы литосферада оксидлашу-кайтарылу реакцияләренең тизлегенә һәм интенсивлыгына йогынты ясаган.

Күп кенә микроорганизмнар тимер оксидлашуда турыдан-туры катнаша, бу исә утырма тимер рудалары барлыкка килүгә китерә яки, сульфатларны кайтарып, биологик юл белән күкерт ятмаларын хасил итә.

Кушылмалары атмосфераны, гидросфераны һәм литосфераны барлыкка китергән шул ук химик элементлар тере организмнар составына керсә дә, организмнар тирәлекнең химик составын тулысынча кабатламый. Терек матдә, туплау функциясен актив башкарып, яшәү тирәлегеннән үзенә кирәкле химик элементларның кирәк кадәресен генә сайлап ала. Туплау функциясен башкарулары аркасында, тере организмнар күп утырма токымнарны барлыкка китергән.

Шулай итеп, биосфераның терек матдәсе, геохимик функцияләрне (газлар әйләнеше, туплау, оксидлашу-кайтарылу) башкарып, биосфераның компонентларын барлыкка китерә һәм саклый.

▶ 1. Биосфераны Җирнең башка тышчалары белән чагыштырыгыз. Аның үзенчәлеге нидән гыйбарәт?

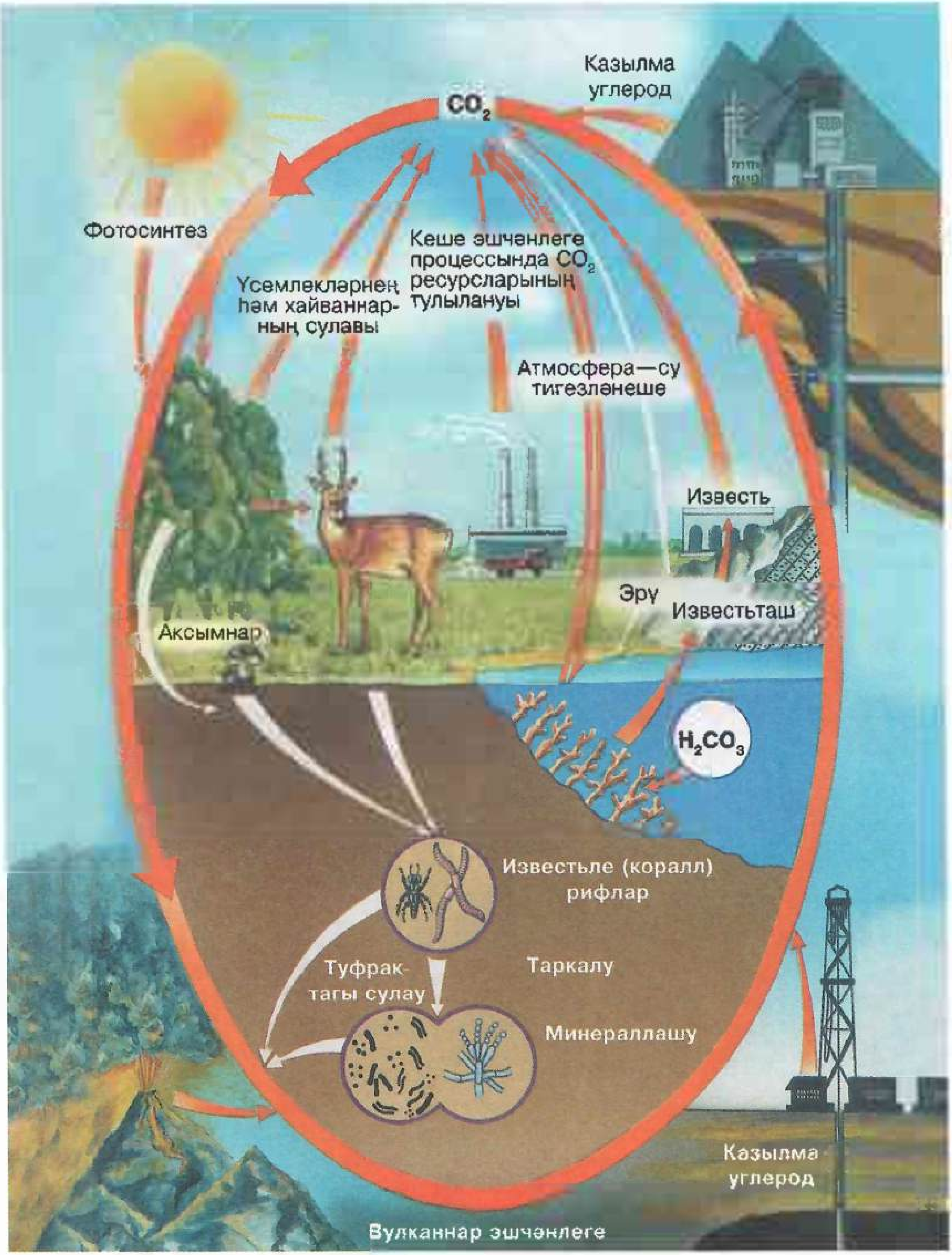
▶ 2. Биосфераның Җирнең башка тышчаларына йогынты ясавына мисаллар китерегез. Атмосферада, литосферада һәм гидросферада була торган үзгәрешләр биосферага йогынты ясыймы? Җавабызны дәлилләгез.

§76. Химик элементлар әйләнеше

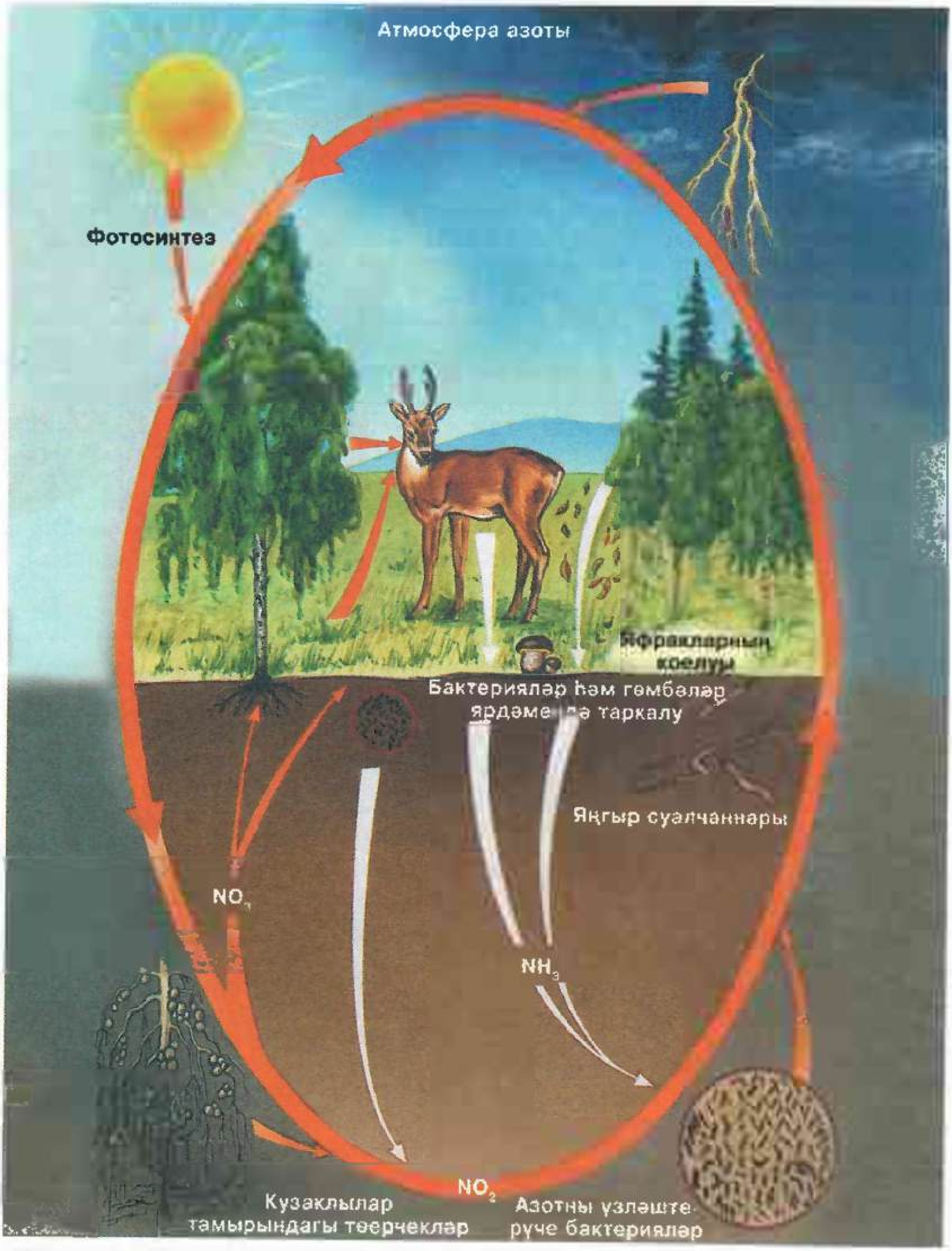
Биосферада, һәрбер экосистемадагы кебек үк, берөзлексез углерод, азот, водород, кислород, фосфор, күкерт һәм башка химик элементлар әйләнеше бара.

Углерод әйләнеше. Углекислый газ продуцент-үсемлекләр тарафыннан йотыла һәм фотосинтез процессында углеводларга, аксымнарга, липидларга һәм башка органик кушылмаларга әверелә. Бу матдәләр азык белән бергә консумент-хайван организмына керә. Бер үк вакытта табигатьтә шуның кире процессы бара. Барлык тере организмнар сулыйлар, атмосферага углекислый газ бүлеп чыгаралар. Үсемлек коелдыкларын, хайван калдыкларын һәм экскрементларын редуцент-микроорганизмнар тарката (минераллаштыра). Минераллашуның соңгы продукты — углекислый газ — туфрактан яки сулыклардан атмосферага элгә. Углеродның бер өлеше туфракта органик кушылмалар хәлендә туплана (107 нче рәсем).

Диңгез суында углерод карбонат кислотасы һәм аның эрүчән тозлары хәлендә була, әмма ул кальций карбонаты $CaCO_3$ (акбур, известьташ, коралл) формасында туплана. Углеродның бер өлеше карбонатлар хәлендә әйләнештән озак вакытка чыгып тора һәм сулык төбенә утырым булып төшә. Әмма, вакыт узу белән, тау ясалу процессларында утырма токымнар тау токымы рәвешендә өскә күтәрелә. Бу токымнарның химик үзгәрешләре нәтиҗәсендә карбонатлар хәлендәге



107 нче рәсем. Углерод әйләнеше



108 нче рәсем. Азот әйләнеше

углерод кабат әйләнешкә керә. Углерод атмосферага машиналар газы белән дә, завод һәм фабрика төтене белән дә чыга.

Углерод әйләнеше процессында биосферада энергетик ресурслар — нефть, ташкүмер, янучан газлар, торф, үзагач барлыкка килә, алар көнкүрештә киң кулланылыш таба. Бу матдәләрнең барысын да төрле чорларда фотосинтезлаучы үсемлекләр барлыкка китергән. Урманнарның яше — уннарча һәм йөзләрчә еллар белән; торфлыкларның — меңнәрчә; күмер, нефть, газларның йөз миллионлаган еллар белән исәпләнә. Шуны исәпкә алырга кирәк: үзагач һәм торф кыска гына вакыт эчендә кабат барлыкка килә, ягъни тулылана торган ресурслар, ә нефть, янучан газ һәм күмер — кабат тулыланмый торган ресурслар. Органик ягулыкларның күләме чикләнгән булуы һәм кабат тулыланмавы кешегә яңа энергия чыганакларын — җир астындагы җылылык энергиясен, җил энергиясен һәм океанда су күтәрелешләрен, Кояш энергиясен үзләштерү кебек катлаулы мәсьәләне хәл итүне алга куя.

Азот әйләнеше. Азот — алмаштыргысыз элемент. Ул аксым һәм нуклеин кислоталары составына керә. Азот әйләнеше углерод әйләнеше белән тыгыз бәйләнгән. Азот өлешчә атмосферадан керә, бу яшен вакытында электр корылмалары тәэсирендә азот белән кислородтан азот (IV) оксиды барлыкка килүдән була. Әмма азотның төп массасы суга һәм туфракка һавадагы азотны тере организмнар үзләштерү аркасында килеп керә.

Туфракта һәм суда азотны үзләштерүче зәңгәрсу-яшел бактерияләр яши. Аларның үлгән күзәнәкләре, минераллашканда, туфракны азотка баета. Шушы юл белән ел саен гектарга 25 кг азот керә. Азотны иң нәтиҗәле үзләштерүчеләр — кузаклы үсемлекләр тамырларында яшәүче төерчек бактерияләре (108 нче рәсем). Үсемлек тамырларына азот төрле чыганаклардан керә, алардан сабак һәм яфракларга күчә, анда биосинтез процессында аксым төзелә.

Үсемлек аксымнары азык белән хайваннар организмына керә. Организмнар үлгәннән соң, аларның аксымнары, бактерияләр һәм гөмбәләр тәэсирендә таркалып, аммиак бүлеп чыгаралар. Аммиакның бер өлешен үсемлекләр файдалана, ә калганы редуцент-бактерияләр тарафыннан файдаланыла. Кайбер бактерияләрнең тереклек эшчәнлеге процесслары нәтиҗәсендә аммиак нитратларга әверелә. Нитратлар, аммоний ионнары кебек үк, үсемлекләр һәм микроорганизмнар тарафыннан файдаланыла. Нитратларның берникадәр өлеше кайбер төр бактерияләр тәэсирендә, элементар азотка кадәр кайтарылып, атмосферага чыга. Табигатьтә азот әйләнеше әнә шулай йомыла.

- ▶ 1. Углерод әйләнешендә продуцентларның, консументлар һәм редуцентларның роле нинди?
- ● 2. Кешелек дөньясы алдына ни өчен энергиянең яңа чыганакларын табу мәсьәләсе килеп басты?
- ● 3. Азот әйләнеше процессларында организмнар тирәлек белән ничек бәйләнгән?
- ▶ 4. Углерод һәм азот әйләнешләрендә редуцентлар катнашмаса нәрсә булыр?

§77. Биосферадагы биогеохимик процесслар

Тере организмнарның утырма токымнарны барлыкка китерүдәге роле. Утырма токымнарның ясалуы тау токымнары ашалудан башлана, ә бу исә — аларның эрүенә бәйле процесс. Кыя ярыкларына үтеп, су тау токымнарын эретә һәм эрегән элементларны үзе белән агызып алып китә. Табигый суның эретү сәләте аның газ һәм тоз составына бәйле. Табигый суларда газлар һәм тозлар булуы — аның терек матдә һәм туфраклар белән тәэсир итешүенең нәтиҗәсе ул. Шул рәвешле, турыдан-туры булмаса да, тере организмнар эшчәнлеге булышлыгы белән, тау токымнарының эрү процессы бара.

Тере организмнар тау токымнарына турыдан-туры да тәэсир итә. Мәсәлән, үсемлек тамырлары, ярыкларга үтеп, таш кисәкләрен аералар, бу суның үтүенә булышлык итә һәм тау токымнарының эрүен тизләтә. Кыяларга килеп эләккән лишайниклар, үрчеп, органик кислоталар бүлеп чыгаралар һәм минералларны химик таркалуга дучар итәләр. Тау токымнары ватыла һәм вакланып җимерелә башлый. Шул рәвешле утырма тау токымы барлыкка килә.

Барлык утырма токымнар чыгышлары буенча ватылып ясалган, химик һәм органик утырма токымнарга бүленәләр. Органик утырма токымнарны тере организмнар барлыкка китерә. Организмнарның известьле скелетлары тупланудан сулыкларда известьташлар барлыкка килә. Ел саен 10^8 т кальций планетадагы сулыклар төбенә известьташ рәвешендә утыра. Мондый гаять зур эшне барлык диңгез һәм океаннарда төрле тирәнлектә яшәүче организмнар башкара. Тереклек иткәндә, аларның скелетларында, панцирендә, кабырчыкларында тупланган кальций, алар үлгәч, су төбенә утыра. Кремнийны төп туплаучылар (концентраторлар) — бер күзәнәкле диатом суүсемнәр һәм иң түбән төзелешлеләр — радиолярияләр. Бу организмнарның утырмалары диңгез төбенең йөзләрчә мең квадрат километрын каплап алган диатом һәм радиолярия ләмен барлыкка китерә.

Шулай итеп, литосфера формалашканда бара торган геологик процессларга турыдан-туры биосфераның терек матдәсе йогынты ясый.

Тере организмнарның туфракны барлыкка китерүдәге роле. Туфрак — Җир кабыгының өске көпшәк катлавын барлыкка китерүче һәм уңдырышлылык үзлегенә ия үзенә бертөрле табигый җисем. Ул тау токымнарының өске катламнары таркалганда барлыкка килгән продуктлардан үсемлекләр, микроорганизмнар һәм хайваннар йогынтысында ясала. Үсемлекләр, атмосферадан углекислый газны, ә туфрактан азот, калий һәм башка мөһим биологик элементларны йотып, катлаулы органик кушылмаларны төзиләр. Үсемлекләрне өлешчә хайваннар ашый, ә күпчелеге корый. Корыган үсемлекнең тамырлары, сабаклары һәм яфракларында, хайван үләксәләрендә һәм бүлендекләрендә булган органик кушылмалар туфракка эләгә. Үсемлекләрнең һәм хайваннарның тереклек эшчәнлеге нәтиҗәсендә тупланган барлык масса туфрактагы микроорганизмнарның яшәү чыганагы булып хезмәт итә.

Оксидлаштыручы функциясен үтәүче микроорганизмнар тәэсирендә органик матдәләр углекислый газга, суга, аммиакка, органик

кислоталарга һәм башка матдәләргә әверелеп минераллаша. Минераллашуның беренче стадияләрендә барлыкка килгән органик матдәләр башка төр микроорганизмнар өчен энергия чыганагы булып тора. Минераллашуның күп баскычлы реакциясе әнә шулай бара. Микроорганизмнар үзләре дә, вакыт узу белән үлеп, я тулысынча минераллаша, яисә азотлы кушылмаларга таркала. Бу кушылмалардан һәм башка арадаш продуктлардан туфракның органик матдәсе — гумус (черемә) ясала. Туфрак гумуска никадәр бай булса, ул шулкадәр уңдырышлырак була. Ләкин, вакыт узу белән, микроорганизмнар тәэсирендә гумус та таркала. Шул рәвешле, тере организмнар туфрак составына керә һәм анда бара торган процесслар белән идарә итә.

- ▶ 1. Тере организмнарның туфракны барлыкка китерүдәге биологик роле нидән гыйбарәт?
- ● 2. Утырма токымнар ясалуда терек матдәнең туплагыч функциясе ничек чагыла?
- ▶ 3. Хәзерге атмосфераны барлыкка китерүдә тере организмнарның нинди йогынтысы булган?

XVII бүлек. КЕШЕ ЭШЧӘНЛЕГЕНЕҢ БИОСФЕРАГА ЙОГЫНТЫСЫ

Кеше — биосфераның бер элементы. Барлык яшәү ресурсларын — һава, азык, су, энергетик һәм төзү ресурсларының шактый өлешен — ул биосферадан ала. Ә биосферага тормыш-көнкүреш һәм промышленность калдыкларын ташлый. Кешенең мондый эшчәнлеге озак вакыт биосфераның тигезләнешен бозмады. Ләкин соңгы ике йөзьеллыкта кешелек җәмгыяте, промышленность эшчәнлеген киңәйтеп, Җирнең тереклек дөньясына кыю үтеп керде.

Кеше биосферага локаль йогынты ясый — йөз миллионлаган урында елгаларга һәм һавага пычратучы матдәләр чыгарыла, туфракның уңдырышлы катламы ярлыландырыла, урманнар киселә, үсемлекләр һәм хайваннарның яшәү тирәлеге таркатыла. Әмма биосфера — матдәләр әйләнеше белән чолгап алынган бердәм система һәм миллионлаган локаль йогынтылар, бергә кушылып һәм бер-берсен көчәйтеп, биосфераның барлык компонентларында глобаль үзгәрешләр китереп чыгара. Елгалар диңгезләргә ага, һәм аларга су агымының буеннан-буена промышленность һәм авыл хуҗалыгы чыгарган пычратучы матдәләр килә. Урманнарны кисү һәм туфракның начарая баруы климатның үзгәрүенә, туфракның уңдырышлылыгы кимүгә һәм бөтен планетада табигый экосистемалар бозылуга китерә. Бер төбәктә һавага ташланган пычратучы матдәләр бик тиз меңләгән километрларга тарала.

Атмосферадагы күчешләр никадәр тиз баруын кешелек дөньясы Чернобыль һәлакәтендә белде инде. Реактор шартлаган вакытта, атом-төш ягулыкның бер өлеше тышка бәреп чыкты. Шартлау радиоактив газларны һәм каты кисәкчекләрне 6 км биеклеккә ыргытты.

Радиоактив болыт барлыкка килде, һәм ул шартлауның беренче көнендә Украина һәм Белоруссия территориясе өстенә таралды, ә аннан соң болыт икегә аерылды. Берсе, төньяк-көнбатышка таба юнәлеп, Польша һәм Швециягә барып җитте (икенче—дүртенче көннәр), аннан көньяк-көнчыгышка борылды һәм Европаны үтеп (бишенче—алтынчы көннәр), Греция, Төркия, Ливан, Сириягә барып җитте (җиденче—унынчы көннәр). Икенче болыт Европаны көнчыгышка таба кисеп үтте, Азиягә таба юнәлеп, Себер (бишенче — алтынчы көннәр), Япония (уникенче көн), Тын океанның төньяк өлеше өстеннән узды һәм авариядән соң унсигезенче көнгә Төньяк Америкага барып иреште.

Бу мисал бер урындагы көчле локаль йогынты ничек итеп глобаль нәтиҗәгә китерүен күрсәтә. Һәм нәкъ шулай ук күп санлы вак локаль йогынтылар әйләнә-тирәлекнең глобаль деградациясенә: табигать ресурсларының ярлылануына, үсемлекләр һәм хайваннарның күп кенә төрләре үлеменә, әйләнә-тирәнең промышленность һәм көнкүреш калдыклары, агулы химикатлар белән пычрануына һәм зарарлануына, табигый экосистемаларның (күлләр, урманнар) бозылуына китерә. Биосферадагы барлык тискәре үзгәрешләр хайваннар һәм үсемлекләр дөньясына гына йогынты ясап калмый, кешегә дә начар тәэсир итә.

Пычратучы матдәләр туфракка һәм сулыкларга эләгә, үсемлек һәм хайваннарның тән тукымаларында, ә алар аша кеше организмында туплана. Төрле химик матдәләр еш кына кешедә мутация процессын көчәйтә. Аңлашыладыр, бу тумыштан һәм нәселдән килгән төрле аномалияләргә китерергә мөмкин. Милли һәм глобаль дәрәҗәдәге экологик проблемалар икътисади һәм социаль проблемалар белән тыгыз бәйләнгән, еш кына аларның нәтиҗәсе яки сәбәбе булып тора.

§78. Глобаль экологик проблемалар

Климат үзгәрү. Җир өстендәге җылынуны өстәмә парник эффектына бәйлиләр. 1860 елдан бирле Җир йөзендә уртача температура 0,5 — 0,7 °С ка күтәрелде. Кайбер газлар Җир өслегеннән чыккан инфракызыл нурланышны пыяла кебек йота һәм шуның белән атмосферада җылылык саклануга ярдәм итә. Моны *парник эффекты* диләр, ә молекулалары җылылык туплануга булышлык итүче газларны парник газлары дип йөртәләр. Аларга углерод диоксиды, метан, азот (I) оксиды һәм XX гасырда лакларны, буяуларны сиптерү өчен һәм холодильникларда, кондиционерларда суыткыч агент сыйфатында киң кулланыла башлаган фреоннар керә.

Промышленность үсеш алганга кадәр табигый парник газлары Җир өслегенең +15 °С ка кадәр җылынуын тәэмин итте. XVIII гасыр азагыннан башлап, атмосферада CO_2 һәм CH_4 микъдары арта башлады. Мәсәлән, 1960 елдан алып 1990 елга кадәр CO_2 нең концентрациясе 315 тән 350 ppm[1] га кадәр, CH_4 нең концентрациясе XIX гасыр башыннан бирле ике тапкыр диярлек артты. CO_2 нең өстәмә микъдары,

[1]ppm — миллионнан бер өлеше, % буларак — йөздән бер өлеше.

нигездә, ягулык яндыру белән, шулай ук урманнарны бетерү һәм сөрү җирләренең гумусын минеральләштерү белән бәйле. Атмосферада метанның концентрациясе үсү терлекләрнең баш саны артуы (CH_4 — күшәүче хайваннарның метаболизмы продуктларыннан берсе), дөге җирләрен артык дымландыру һәм ятмаларында бу газ тупланган күмер табуның артуы белән аңлатыла.

Өстәмә парник эффекты Җирдә температура күтәрелүгә сәбәп булып торамы? Климатологларның күпчелеге бу сорауга уңай җавап бирә. Атмосфераның глобаль җылынуы, галимнәр уйлаганча, 50 % ка — CO_2, 18 % ка — CH_4, 14 % ка — фреоннар һәм 18 % ка, N_2O ны да кертеп, башка газлар белән бәйләнгән.

Прогнозларга караганда әгәр атмосферада CO_2 нең концентрациясе 600 ppm га җитсә, биосфераның температурасы 2025 елга 1 °С ка һәм XXI гасыр ахырына 3 °С ка күтәреләчәк.

Климат нинди тизлек белән һәм ничек үзгәрәчәк? Бу турыда әлегә галимнәр төгәл генә әйтә алмый, әмма климатның үзгәрүе турында билгеле бер алдан әйтүләр бар. Иң күп үзгәрешләр һава торышында: гадәттән тыш эссе көннәрнең саны артуында, озакка сузылган корылык һәм аның коеп яуган яңгырлар белән алмашынуында, коточкыч давыллар, шторм һәм өермәләр (смерчлар), һава торышының искиткеч үзгәрүендә күзәтелә. Җылыну тайфуннар кузгалуның гадәти, бернигадәр алдан төзелгән схемасын үзгәртергә, төп игенчелек районнарында — АКШ, Кытай, Казахстанда — явым-төшем микъдары кимүенә, Азиядә дөге уңышының кискен түбәнәюенә (бу регионда халыкның 60 % ы дөгене төп азык буларак куллана), Африкада һәм Урта Көнчыгышта чүлләр ясалуына китерергә, Африкада һәм Көньяк Азиядә тропик урманнар һәлакәтенең сәбәпчесе булырга мөмкин.

Җылынудан бозлыкларның өлешчә эрүе һәм Дөнья океанының суы күтәрелү яр буйларында яшәүче халыклар өчен куркыныч. Диңгезнең 1 м га күтәрелүе Мисырда Нил дельтасындагы игү җирләренең 25 % ын су басуга китерәчәк, ә Бангладешта 12 дән алып 28 % ка кадәр территория су астында калырга мөмкин. АКШ, Һиндстан, Кытайның күп санлы яр буе шәһәрләре куркыныч астында калачак.

Шулай итеп, атмосфераның газ режимы үзгәрү аркасында, климатның үзгәрүе, һичшиксез, биосферада һәм дөнья бергәлегендә экологик һәм социаль төстәге үзгәрешләрне китереп чыгарачак.

Озон катлавының җимерелүе. Озон атмосфераның барлык катлауларында бар. Аның иң күп тупланган урыны — Җир өслегеннән 20—25 км биеклектә. Атмосферада бу матдә иң күп тупланган катлау *озон катлавы* дип атала. Озон катлавы биосфера өчен гадәттән тыш әһәмияткә ия: ул тере организмнар өчен һәлакәтле ультрашәмәхә нурланышны Җир өстенә уздырмый.

Инде ничә еллар озон катлавының көчсезләнүе күзәтелә, бу, ихтимал, атмосфераның югарыгы катлауларына азот (II) оксиды һәм фреоннар таралу белән бәйледер.

80 нче елларда яңа хәвефле күренеш — озон тишемнәре барлыкка килү күренеше ачылды (1982 елда тишем — Антарктида өстендә, ә 1987 елда Төньяк полюс өстендә ясалуы беленде). Галимнәр озакламый

озон тишемнәре Скандинавия, Россия, Канада өстендә барлыкка килү ихтималын әйтәләр. Ультрашәмәхә нурланышның дозасы арту тиредә яман шеш авыруына, катаракта белән авыручыларның саны артуына, диңгез продукциясе кимүенә, урманнарның зарарлануына китерә. Озон катлавын саклау буенча чаралар күрү зарурлыгы туды. 1987 елда 50 дәүләт Монреальдә килешүгә кул куйдылар. Бу килешү буенча, фреон җитештерүне 50 % ка киметү карала.

Атмосфераның пычрануы. Пычратучы матдәләр башта атмосферага, сулыкларга һәм туфракка эләгә. Атмосферадан алар суга һәм туфракка, туфрактан суга эләгергә мөмкин. Пычратучы матдәләр массасының өчтән икесе атмосферага эләгә. Һаваны төп пычратучылар — күкерт, азот оксидлары, каты кисәкчекләр һәм углерод (II) оксиды. 1996 елда атмосферага 100 млн т чамасы күкерт оксиды, 70 млн т азот оксиды, 180 млн т чамасы углерод (II) оксиды һәм 60 млн т каты кисәкчекләр чыгарылды. Зарарлы матдәләрне чыгаруның иң күп өлеше алга киткән илләргә туры килә. 1970—1990 еллар дәвамында SO_2, SO_3 һәм CO чыгаруның аз гына кими баруы күзәтелә. Атмосферага зарарлы матдәләр чыгаручы төп чыганаклар — болар энергия кулланучылар, казылма ягулык яндыручылар: промышленность, коммуналь хуҗалык һәм транспорт.

Һаваның күкерт (IV) оксиды белән пычрануы бигрәк тә борчу тудыра, ул кислоталы яңгырларга сәбәп була. Кислоталы яңгырлар биосфера өчен гадәттән тыш зарарлы. Аларның хайван һәм үсемлек бергәлекләренә үтергеч тәэсире елга-күлләрне, буаларны җансыз сулыкларга әверелдерә. АКШта 200 ләп күл балыксыз калды, Швециядә күлләрнең 20 % ы инде үлде яки үлеп бара. Кислоталы яңгырлар — урманнарны корытучы төп сәбәпләрнең берсе. Билгеле бер төбәктә атмосфераның зарарлы матдәләр белән пычрануы бу матдәләрнең бөтен Җир шары буйлап таралуы исәбенә кими, ләкин барлык милләт кешеләренең сәламәтлегенә һәм барлык табигый ресурсларга куркыныч яный.

Су системаларының пычрануы. Соңгы 50 елда дөньядагы күп илләрнең сулыклары һәм су системалары бозылды. Җир асты суларының ярлылануы күзәтелә. Сиптерү һәм промышленность предприятиеләре өчен суны контрольсез куллану, су саклагыч урман массивларын кисеп бетерү һәм өске сазлыкларны киптерү вак елгаларның күпләп кибүенә китерде. Зур елгалардан агып төшкән су микъдары кими. Сугарулы җирләрнең мәйданы чамадан тыш артып китүе Арал диңгезенең кибүенә сәбәп булды. Соңгы елларда Арал системасына кергән йөзләгән табигый сулыклар һәм күлләр кипте. Аридизация (чүлгә әйләнү) һәм су кытлыгы районның табигый экосистемалары начараюга сәбәп булды.

Сулыкларның промышленность ташландыклары белән пычрануы аларны җыентык су канауларына әверелдерде. Елга һәм хәтта диңгездәге тереклек су өстен каплап алган нефть продуктлары элпәсе астында һавадан кислород үтмәүдән һәлак була. Океаннар белән дә шундый ук хәл.

Нефть ташландыклары атмосфера белән гидросфера арасында бара торган газлар алмашын бик акрынайтырга, тигезләнеш хәлендәге

процессларны бозарга, океанның планктон организмнарын үтерергә һәм алар белән бергә океанның тирән катламнарындагы тереклекне юкка чыгарырга мөмкин.

Ашламаларның, терлекчелек калдыкларының һәм пычрак суларның сулыкларга агып төшүе аларның артык концентрациядә азот һәм фосфор белән пычрануына китерә. Бу элементларның артык булуы суүсемнәрнең тиз үсүенә булышлык итә. Су «чәчәк ата» башлый. Суүсемнәрнең шулкадәр зур массасы, үсүдән туктап, бик тиз таркала. Су кислородка ярлылана. Сулыклардагы тереклек кислород җитешмәүдән интегә, нәтиҗәдә балыклар үлә.

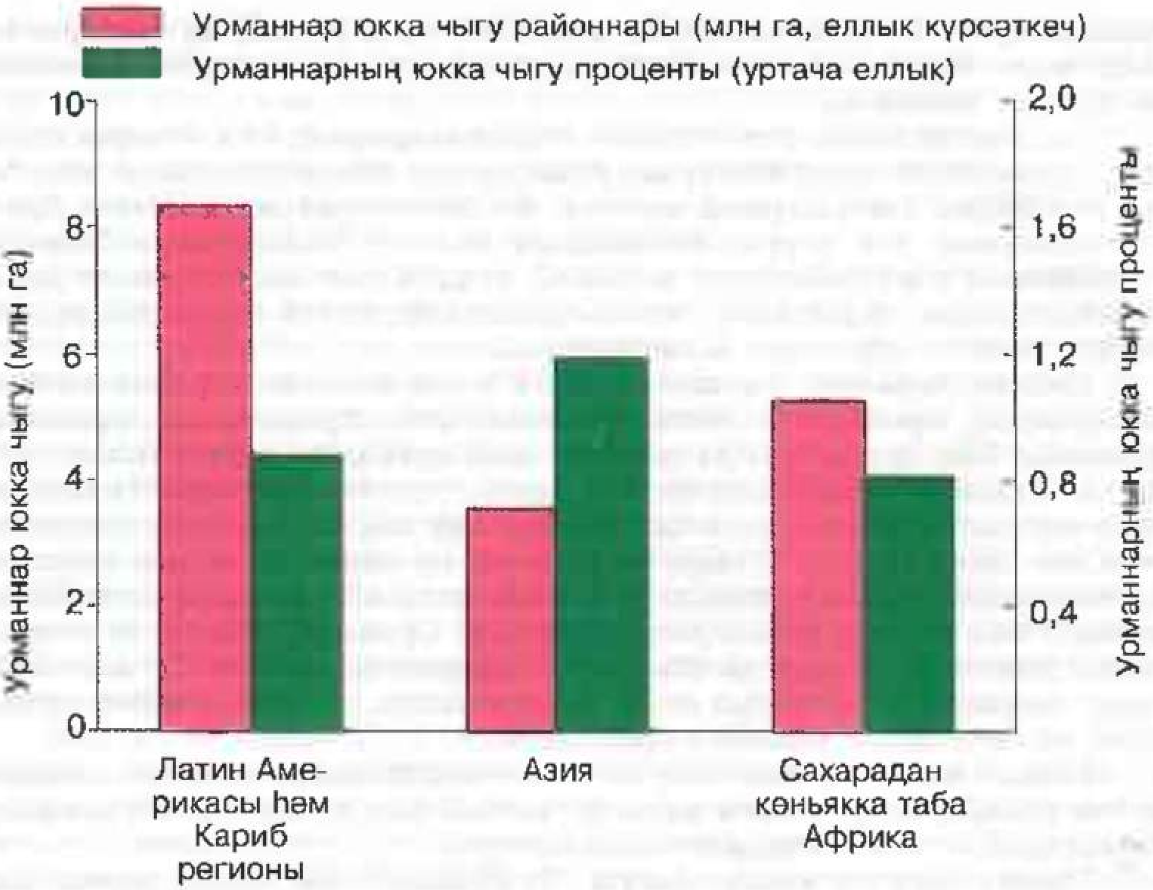
Диңгез тирәлеге пычрануның 70% ка якыны, зур һәм кечкенә шәһәрләрне, промышленность, төзелеш, авыл хуҗалыгын, урман хуҗалыгын һәм туризмны да кертеп, җир өстендәге чыганаклар белән бәйле. Агынты сулар, химик матдәләр, чүп-чар һәм пластмассалар, авыр металлар, радиоактив калдыклар һәм нефть диңгездәге тереклек өчен төп куркынычны тудыручы пычратучы матдәләр булып исәпләнә. Бу материалларның кайберләре агулы, алар әйләнә-тирәлектә акрын таркала һәм тереклек иясләрендә туплана. Судноларның йөрү һәм калдыкларны диңгезгә ташлау да аның суы пычрануга китерә. Су юлы белән ташу, авария һәм законсыз агызу нәтиҗәсендә, океаннарга һәм диңгезләргә ел саен 600 т чамасы нефть эләгә.

Балык һәм моллюск тотуны интенсивлаштыруга бәйле рәвештә, яр буе сулары аеруча зыян күрә, бу шельф һәм диңгез экосистемалары бозылуына, ягъни деградациясенә китерә.

Урманнарның юкка чыгуы. Туфракны һәм суны, үсемлекләр һәм хайваннар дөньясын саклауда урманнарның әһәмияте гаять зур. Моннан тыш, урман промышленность өчен үзагач, ягулык һәм башка продуктлар чыганагы да булып тора.

Кешенең хуҗалык эшчәнлеге нәтиҗәсендә хәзер урманнар дөнья күләмендә ярлылану һәм бетү куркынычы астында калды. Урманнар исәбенә авыл хуҗалыгы кырлары һәм көтүлекләр киңәйтелә, урманнарны вәхшиләрчә кисү дәвам итә, алар янгыннардан һәм атмосфера пычрануыннан зыян күрә. Тропик урманнарның ярлылануы аеруча борчу тудыра, аларның юкка чыгуының уртача еллык проценты барлык урман мәйданының 1% ын тәшкил итә. БМОның (ФАО) Азык-төлек һәм авыл хуҗалыгы оешмасы тарафыннан алынган бәяләмәләр шуны күрсәтә: 62 илдә (бу илләр тропик урманнар биләп торган дөньякүләм мәйданның 78% ын алып тора) 1980—1990 елларда урманнар 16,8 млн га/ел тизлек белән юк ителгән (109 нчы рәсем).

Калган 800 млн га тропик урманнар шундый тизлек белән киселә һәм ярлылана ки, төрле бәяләмәләргә караганда 2030 елга 200 дән алып 370 млн га җирдә генә урманнар исән калачак. Тропик урманнарны бетерү төрләрнең үлеп бетүенә, туфракның деградациясенә, субүләрләрдә су агышы түбәнәюенә, сулыкларда утырымның артуына, урман сазлыкларының буферлык роле кимүенә, җир өстендәге биомассада углерод запаслары кимүенә, атмосферада CO_2 нең микъдары артуына, атмосфера явым-төшемнәре кимүенә китерәчәк.



109 нчы рәсем. Үсеп килүче регионнарда урманнарның юкка чыгуы, 1980—1990 еллар

Урманнарның бетә баруы тропикка гына хас күренеш түгел. Атмосфера, сулар һәм туфракның пычрануы аркасында, Европа һәм Төньяк Америка урманнарының массакүләм авыруы һәм һәлакәте башланды. Интенсив кисү аркасында, Үзәк Россиянең ылыслы урманнары гамәлдә бетерелде, Себер һәм Ерак Көнчыгыш урманнарының аеруча әһәмиятле һәм техника үтеп керү өчен уңайлы массивлары өзлексез юк ителә.

Төньяк урманнарын бетерү, тропикныкы кебек үк, климат шартлары, су режимы, туфракларның торышы үзгәрүгә китерә.

Туфракның торышы. Туфрак,— авыл хуҗалыгы җитештерүенең төп чарасы булуы белән бергә, экосистемаларның атмосфера һәм гидросфера составын көйләүче гаять мөһим компоненты да һәм пычратучы матдәләрнең күченү юлларында ышанычлы барьер да. Җирнең иң юка шушы катлавы — педосфера — кеше йогынтысында шактый деградация кичерә. Кеше тарафыннан файдаланыла торган туфракларның деградациясе аларның барлык мәйданына карата процентларда түбәндәге саннар белән тасвирлана: деградациянең чик дәрәҗәсе — 1 %, көчле — 15 %, уртача — 46 %, җиңелчә дәрәҗәсе — 38 %. Туфрак капламы таркалуның иң таралган процессы — эрозия. Бу — агым сулар юдырудан, җилләүдән туфракның өске уңдырышлы катламын

югалтуы. Моннан тыш, дренаж системасы начар булганда, туфракны сугару да аңа тискәре йогынты ясый. Сугару тәртибен һәм дренаж суларын чыгаруны дөрес көйләмәгәндә, төрле тозлардан торган грунт сулары туфрак өстенә күтәрелә һәм аның өске катламнарын тозландыра (химик деградация). Туфракның бер өлеше физик деградациягә дучар ителә — авыл хуҗалыгы машиналары авырлыгыннан бик нык тыгызлана.

Көтүлекләрне нык таптату, урманнарны ярлыландыру һәм кисеп бетерү, авыл хуҗалыгы эшчәнлеге — туфрак деградациясенең төп сәбәпләре.

Чүлгә әйләнү. Экосистемаларның климат үзгәрүдән һәм кешенең хуҗалык эшчәнлегеннән килеп чыккан деградация процессы чүлгә әйләнү дип йөртелә. Барыннан да бигрәк, коры җирләр чүлгә әйләнә. Кеше эшчәнлеге йогынтысында чүлгә әйләнү сәбәпләре: көтүлекләрне таптату, сөрү җирләрен интенсив файдалану, коры өлкәләрдә сугарусыз җирләрне киңәйтү, урман массивларын бетерү, туфракның тозлануына китерә торган озакка сузылган яки технологик яктан дөрес булмаган ясалма сугару.

Туфрак деградациясеннән инде коры җирләрнең 3,6 млрд гектары зыян күрде, бу барлык коры җир мәйданының чиреген диярлек тәшкил итә. Дренаж бозылу белән бәйле туфракларның тозлануы сугарулы җирләрнең гаять зур киңлекләрен зарарлый. Коры өлкәләрдә туфракның тозлануы парга әйләнү көчле баруы аркасында була, нәтиҗәдә эрегән тозлар туфрак өстенә күтәрелә һәм шунда утырып кала. Тозларның концентрациясе үсемлекләр үсә алмаслык дәрәҗәдә югары булырга мөмкин. Борынгы заманнарда авыл хуҗалыгының бетүгә йөз тотуының ачык мисалы — Югары Месопотамия. Анда 4000 ел элек Евфраттан агызган сулар башта яхшы уңыш алуны тәэмин итә, ләкин акрынлап туфракның тозлануына китерә.

Хәзерге чорда авыл җирендә яшәүче 280 млн га якын кеше туфракның теге яки бу дәрәҗәдә чүлгә әйләнә баруы шартларында калды. Чүлгә әйләнү һәм корылык ярлылыкка һәм ачлыкка китерүче сәбәпләр булып тора. Сахарадан көньякка таба Африка илләрендә 80 нче еллар уртасында булган корылык вакытында 3 млн чамасы кеше ачлыктан үлде.

Биотөрлелекнең кимүе. Галимнәр исәпләвенчә, Җир йөзендә 5 млн нан алып 30 млн га кадәр төр яши, шуларның 1,7 млн чамасы тасвирланган. Барлык төрләр җыелмасы Җирдәге *биотөрлелекне* тәшкил итә. Планетадагы төрләрнең яртысыннан алып 80 % ка кадәресе (төрле бәяләмәләр буенча) тропик урманнарга туры килә. Тропик урманнар Җир территориясенең нибары 7 % ын биләп тора. Мәсәлән, Панамада яңгырлы урманның 50 га мәйданында галимнәр агач һәм куакларның 300 ләп төрен, ә Малайзиянең шундый ук мәйданында 835 төрен исәпләгәннәр. Төньяк полюска таба биотөрлелек кими. Мәсәлән, Вашингтон штатында 50 га җирдә — 40 лап, ә Көнбатыш Себердә 5—6 төр агач үсә.

Тропик урманнарның ярлылануы 6000 ләп төрнең һәлакәтенә китерде. Тропик урманнар башлыча халкы тиз артып бара торган ярлы

дәүләтләргә туры килә. Бу илләр читкә агач чыгарырга, юллар салу һәм шәһәрләр төзү, уңыш үстерү өчен урманнарны кисәргә мәҗбүр. Кызганычка каршы, тропик урманнарның туфрагы бик ярлы, 2—3 ел эчендә алар уңдырышсызга әйләнә һәм яңадан урманнарны кисәргә туры килә.

Төрләр тропикларда гына үлми. Экосистемалар бозылган яисә аларның мәйданы бик нык кимегән теләсә кайда төрләр юкка чыга. Һәм бу — биосфера һәм кешелек дөньясы өчен тулыландырып булмаслык югалту.

Кешеләр планетадагы төрләрнең нибары 0,1 % ын файдаланырга өйрәнде. Без азык итеп үсемлекләрнең 50 төрен генә файдаланабыз, ә шул ук вакытта 75 мең төр үсемлекнең төрле өлешләре ашарга яраклы һәм хәзер без куллана торган үсемлек азыкка караганда туклыклы матдәләргә шактый баерак.Үсемлекләр — азык кына түгел, шулай ук төзелеш материалы да, энергия чыганагы да, даруларның состав өлеше дә.

Биотехнология шулай ук биотөрлелеккә бәйле: селекция — кыргый үсемлекләр генына, антибиотиклар җитештерү — микроскопик гөмбәләргә, ферментлар продукциясе — чүпрә һәм бактерияләргә. Биотехнологлар табигый ашламалар һәм пестицидлар булдыруларына, корылыкка, кырауларга һәм төрле авыруларга чыдам культуралы үсемлек сортлары китереп чыгаруларына ышаналар.

Менә биологик төрлелекнең социаль-экологик файдасына кайбер мисаллар:

- Дөньяда кыргый үсемлекләрдән һәм табигый продуктлардан җитештерелгән даруларның бәясе елга 40 млрд АКШ доллары тәшкил итә.
- 1960 елда азканлылык (лейкемия) белән авыручы биш баланың берсенең генә исән калу өмете бар иде. Хәзер биштән дүртесенең мондый ышанычы бар. Бу тропик урманда үсүче Catharantus дип аталган үсемлектә (туган җире — Мадагаскарның тропик урманнары) табылган актив матдә кушылган дару препараты белән дәвалау аркасында мөмкин булды.
- Азиядә 70 нче еллар уртасына бөртеклеләрне генетик яктан ныгыту бодай җитештерүне ел саен 2 млрд һәм дөге җитештерүне 1,5 млрд АКШ долларына арттырырга мөмкинлек бирде. Бу нәтиҗәләргә бөртекле культураларның кыска сабаклыларын китереп чыгару һәм файдалану исәбенә ирешелде.
- Эфиопия арпасының бер гены хәзер сары кәрләлек вирусыннан барлык Калифорния арпасы уңышын саклый. Бу — елга 160 млн АКШ долларлары белән бәяләнә.

Җирнең биотөрлелеген югалтып, кешелек дөньясы үзенең киләчәген югалта.

Энергетика проблемалары. Материаль байлыклар җитештерү, җылыту, яктырту, транспортны эшләтү өчен, энергия кирәк.

Иң киң кулланыла торган ягулык — ташкүмер. Ләкин ул — түбәнрәк энергетик нәтиҗә бирә торган һәм куркынычлырак ягулык. Күмер янганда, җитештерелгән энергиянең бер берәмлегенә башка төр казылма ягулыклар янгандагыдан шактый күбрәк углерод диоксиды хасил була. Ә инде бу — бер берәмлек энергия алу өчен күмер яндыру нефть һәм газ яндыргандагыга караганда парник эффектын ныграк арттыра дигән сүз. Моннан тыш, атмосферага чыгарыла торган күкерт диоксидының 70 % ы һәм азот оксидларының 25 % ы чамасы күмер яндырган очракка туры килә, бигрәк тә электростанцияләрдә. Табигый газ янганда, җылылык күбрәк аерылып чыга һәм һава күмер яки нефть янгандагыдан азрак пычрана.

Гидроэлектростанцияләрдә чиста энергия алына, ләкин, сусаклагычларны төзегәндә иң уңдырышлы уйсулыклар су астында калу аркасында, җәмгыятебезгә бу энергия кыйммәткәрәк төшә.

Башта атом-төш энергиясенә чиста, куркынычсыз һәм арзан энергия чыганагы итеп карадылар. 2000 елга 1800 атом электростанциясе 21 % өстәмә дөньякүләм энергия бирәчәк дип уйланылды. Әмма 1990 елга гомуми җитештерелгән энергиянең нибары 5 % ы гына атом-төш энергиясенә туры килде.

1986 елда Чернобыль АЭСында булган һәлакәттән соң күп кенә илләр яңа АЭСлар төзү планын кыскарту юнәлешендә кабат карадылар. АЭСта, һәлакәт куркынычлыгыннан тыш, радиоактив калдыкларны чыгару һәм саклау проблемасы кискен тора. Яңа атом электростанцияләрен эшләтә һәм искеләрен туктата барган саен, андый калдыкларның микъдары арта бара. 40 ел буена үткәрелгән тикшеренүләр һәм бәхәсләрдән соң да әле галимнәр радиоактив калдыкларны саклауның куркынычсыз методлары буенча уртак бер фикергә килмәделәр.

Шулай итеп, энергия ничек кенә җитештерелмәсен, ул әйләнә-тирәлекнең пычрануына китерә. Ләкин кеше энергиясез дә яши алмый. Теләсә нинди типтагы энергиядән файдалануның нәтиҗәлелеген күтәрү, казылма ягулыкны файдалануның экологик яктан куркынычсызрак яңа технологияләре, энергияне Кояш, җил, агымсу, геотермаль чыганаклар, ел саен яңарып торган биомасса һәм органик калдыклар исәбенә алу — болар барысы да энергетик проблемаларны чишүнең нигезен тәшкил итә.

1. Җылылык, атом һәм гидроэлектростанцияләрнең нинди кимчелекләре һәм өстенлекләре бар? Энергетиканы кайсы юнәлештә үстерү зарури?
2. Һаваны пычратучы нинди матдәләрне беләсез? Сезнең төбәктә һаваны нинди предприятиеләр пычрата?
3. Дөнья океаны пычрануының нинди төп проблемалары һәм сәбәпләре бар?
4. Җирнең биотөрлелеген саклау ни өчен мөһим, һәм кешеләрнең нинди төрдәге эшчәнлекләре аның кыскаруына китерә?
5. Сезнең төбәктә урманнарның бетеп баруы турында нәрсәләр беләсез? Сездә урманнар җитәрлекме? Әгәр урманнар элегрәк бетерелгән булса, ни өчен бетерелде?

§ 79. Җәмгыять һәм әйләнә-тирәлек

Халык саны арту. Билгеле бер чорларны алып, халык санын графикта күрсәтсәк, без экспоненциаль кәкре китереп чыгарырбыз (110 нчы рәсем).

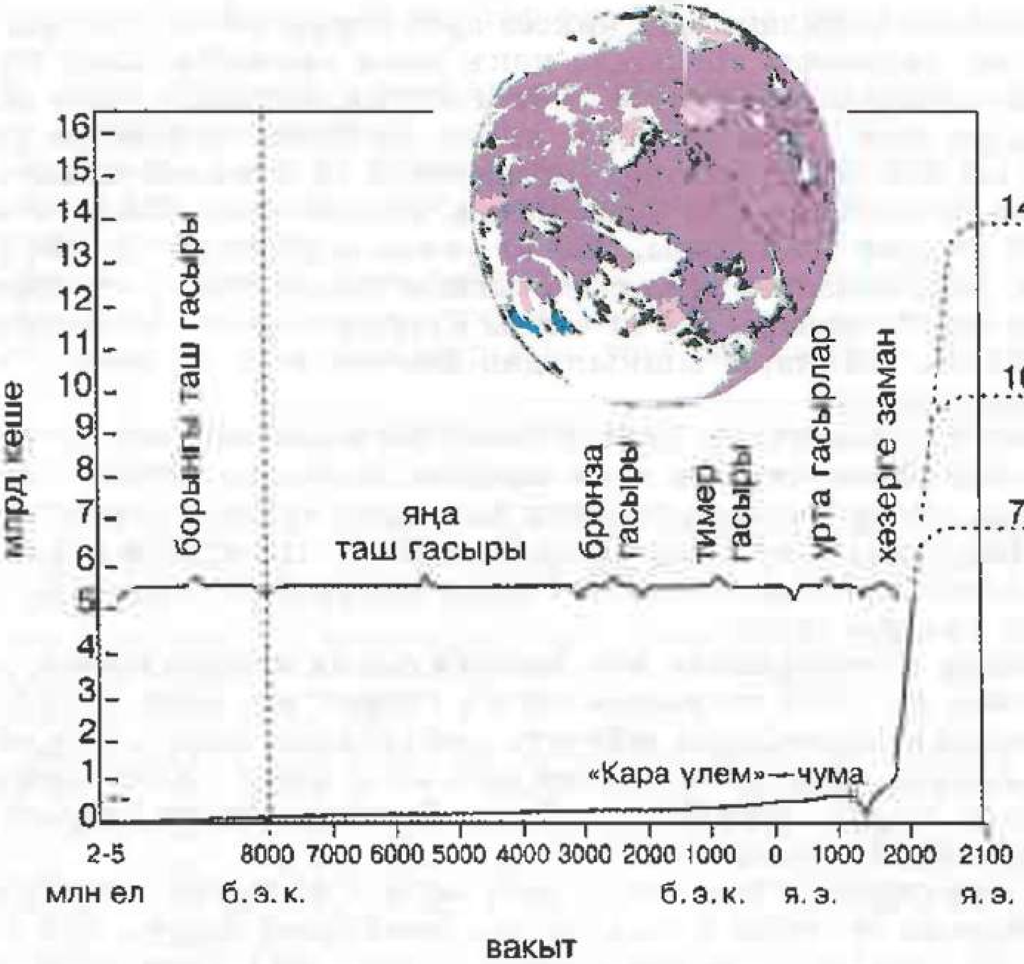
Беренче берничә миллион еллар дәвамында кешеләр кечерәк төркемнәр булып яшәгәннәр һәм кыргый хайваннарны аулап, үсемлекләрнең ашарга яраклы өлешләрен җыеп тукланганнар. Халык саны бик акрын — елына уртача 0,002 % тизлек белән арта. 110 нчы рәсемдә бу кәкренең озын, горизонталь диярлек өлеше күрсәтелгән. Шуннан бирле еллык артымның тизлеге сизелерлек үсте, 1970 елда максимумга — 2,06% ка җитте һәм аннан соң 1,75% дәрәҗәсендә тирбәлде. Арту тизлеге шулкадәр үсү нәтиҗәсендә, халык саны арту кәкресе, вертикаль дип әйтерлек, өскә менеп китте һәм 1993 елга 5,5 млрд кешегә җитте. Алдан әйтүләргә караганда, Җир йөзендә халык саны 2020 елга 8 млрд чамасы кеше тәшкил итәчәк. Халык саны артуның күбрәк өлеше үсеп килүче ярлы илләргә туры килә.

Әйләнә-тирәлекнең торышына караганда безнең планетада халык чиктән тыш тыгыз урнашкан. Халык артыклыгы ике типта була. Халык саны аларга билгеләнгән җир тукландыра алганнан артыграк булып, азык һәм су җитешми башлаганда, халыкның чиктән тыш тыгызлыгының беренче тибы була. Бу типтагы тыгызлык халык санының арту тизлеге икътисади үсеш тизлеген узып киткәндә һәм халык котылгысыз ярлыланганда да күзәтелә. Тыгызлыкның бу тибында халык саны һәм шуңа туры килүче потенциаль яңартылучы туфрак, көтүлекләр, урман һәм кыргый табигатьнең деградациясе әйләнә-тирәлеккә йогынтыны билгеләүче төп факторлар булып тора. Бик ярлы илләрдә халыкның артыклыгы ел саен 20 млн, хәтта 40 млн кешенең вакытсыз үлеменә китерә.

Промышленносте алга киткән илләрдә халык тыгызлыгының икенче тибы — артык куллану күзәтелә. Бу, аз санлы халык күп күләмдә табигать ресурсларыннан файдаланганда, әйләнә-тирәлекнең сизелерлек пычрануында, деградациясендә һәм ресурсларның ярлылануында күренә.

Шулай итеп, халык саны артык күп булу кебек үк, аз санлы булып күп куллану да бер үк нәтиҗәгә — табигатьнең деградациясенә һәм тереклек өчен мөһим ресурслар: саф һава, су, уңдырышлы туфрак һәм ягулыкның ярлылануына китерә.

Индустриаль-куллану җәмгыяте. Күп кенә кешеләрнең, бигрәк тә промышленносте алга киткән илләрдә дөньяга карата исраф итүчеләр карашы формалашты. Бу — ресурслар чиксез һәм без аларны никадәр күп файдалансак, никадәр күп җитештерсәк һәм куллансак, шулкадәр яхшырак яшибез дигән карашка нигезләнә. Шул ук вакытта кешелекнең иң ярлы өлеше азык, торак, сәламәтлек һәм мәгариф өлкәсендә үз ихтыяҗларын канәгатьләндерә алмый. Бай һәм ярлы илләрдә куллану арасындагы аерма бик зур. Үсеп килүче илләрдәге кеше алга киткән илләрдәгегә караганда сөтне сигез тапкыр һәм итне алты тапкыр азрак куллана. Ярлы илләрдә металлар куллану җан башыннан исәпләгәндә 13—19 тапкыр түбәнрәк.



110 нчы рәсем. Халык санының экспоненциаль үсүен күрсәткән график: элек һәм 2100 елга прогноз

Алга киткән һәм үсеп килүче илләр арасындагы тигезсезлек тагын шуның белән көчәя: атмосферага һәм океанга чыгарылган, Җирдәге бөтен тереклек өчен зарарлы булган матдәләрнең күпчелек өлешен алга киткән илләр җитештерә.

Куллану дәрәҗәсе югары булган саен, ресурсларны файдалану интенсиврак һәм әйләнә-тирәлек күбрәк пычрана бара. Халкы Җир йөзендәге барлык халыкның 5,5% ын тәшкил иткән АКШ өлешенә, мәсәлән, планетабызда кулланыла торган ресурсларның 40% ка якыны һәм атмосферага чыгарылган зарарлы матдәләрнең 70% тан артыгы туры килә. Тирәлекнең төзәтеп булмаслык деградацияләнү куркынычы һаман да көчәя, чөнки промышленносте алга киткән илләрдә яшәүчеләр үз ихтыяҗларын гына канәгатьләндерү идеологиясеннән баш тартырга теләми генә түгел, ә бәлки үсеп килүче илләр һәм Россия халкы да яңа модель машиналар, көнкүреш электр приборлары, элемтә чаралары сатып алуга, бетмәс-төкәнмәс рекламага һәм өем-өем әйбер чыгарып ташлауга корылган көнбатыш илләренең яшәү рәвешенә омтыла.

Автомобиль паркларының чиксез арта баруы борчу тудыра. Төрле транспорт чаралары арасында нәкъ менә автомобильләр иң күп зарарлы компонентларны чыгара. Хәтта җиңел машинага гына да 1 кг бензин яндыру өчен 2,5 кг кислород кирәк. Ел буена автомобиль уртача 10 мең км юл уза, 25 т кислород сарыф итеп, 10 т бензин яндыра һәм атмосферага составында 200 төрле матдә, шул исәптән 800 кг углерод оксиды, 40 кг азот оксидлары, 200 кг углеводородлары булган 160 т газ чыгара. Әгәр бензинга этил сыеклыгы өстәлгән булса, атмосферага чыккан газлар составында 3,5 кг агулы кургаш та була. Моннан тыш, һәр автомобиль шиннары ышкылудан атмосферага ел саен 5—8 кг резина тузаны чыгара.

Барлык илләрдә халык үзенең шәхси дәгъваларын чикләргә теләми һәм тулаем әйләнә-тирәлек өчен зарарлы, экономик яктан эффектив булмаган һәм кулланучының үзе өчен бөлдергеч куллану структурасын булдыра. Индустриаль-кулланучылар җәмгыяте стратегиясе кешелекне һәлакәткә алып бара, аңа алмашка башка стратегия — тотрыклы үсеш стратегиясе килергә тиеш.

Халыкара хезмәттәшлек һәм мохтаҗлыкка каршы көрәш. Җәмгыятьнең озак вакытка тотрыклылыгын тәэмин итү өчен, икътисади үсеш планнары планетабызда табигать ресурсларын саклау һәм яклауны исәпкә алырга тиеш. Моның өчен дөньяның бөтен илләре арасында хезмәттәшлек кирәк. Һәм бирелә бөтен барлыгы белән байлык һәм мохтаҗлык проблемасы килеп баса.

Гаять күп санлы халкы белән, үсеп килүче илләрнең мохтаҗлыгы әйләнә-тирәлекне саклауга акча кертергә мөмкинлек бирми. Бай илләр исә, мохитне глобаль пычратып, үсеп килүче илләрнең табигатьне саклау чараларына капитал салырга теләми.

Әйләнә-тирәлекне саклау эшендә тигез хезмәттәшлеккә шартлар тудыру өчен, кешелек дөньясы күп кенә үсеп килүче илләргә, бигрәк тә мохтаҗларга, финанс ярдәме күрсәтергә һәм табигать ресурслары белән рациональ идарә итүдә ярдәм итәргә тиеш.

Тотрыклы үсеш. XX гасырның соңгы унъеллыкларында кешеләр икътисади үсешнең туктала алмавын, ләкин әйләнә-тирәлеккә шулкадәр зур зыян салудан туктап, башка юлдан барырга тиешлеген аңлый башлады. 1992 елда Рио-де-Жанейрода Җир планетасы проблемалары буенча югары дәрәҗәдәге очрашу үткәрелде. Риодагы бу очрашуда 1983 елда Халыкара комиссия тарафыннан тәкъдим ителгән тотрыклы үсеш идеясе якланды һәм, үзләренең милли стратегияләрен билгеләгәндә, дөньяның бөтен илләре ориентлашырга тиеш булган *тотрыклы үсеш концепциясенең* асылын һәм максатын ачып биргән «Әйләнә-тирәлек һәм үсеш буенча Рио-де-Жанейро декларациясе» кабул ителде. Тотрыклы үсеш дигәннән хәзерге һәм киләчәк буыннарның да ихтыяҗын канәгатьләндерерлек, нинди илдә яшәүләренә һәм нинди социаль катлауга керүләренә карамастан, барлык кешеләргә үз ниятләрен тормышка ашыру өчен шартлар тудырырлык үсеш моделе аңлашыла.

Рио-де-Жанейро принциплары гуманистик идеяләргә нигезләнгән, шулардан кайберләре:

- Кешеләр табигать белән гармониядә сәламәт һәм мул тормыш итүгә хокуклы.
- Киләчәк буыннар мәнфәгатьләренә бүгенге үсеш зыян китерерлек булырга тиеш түгел.
- Тотрыклы үсешкә ирешү өчен, әйләнә-тирәлекне саклау үсеш процессының аерылгысыз өлеше булырга һәм аннан аерым итеп каралмаска тиеш.
- Дөньяның төрле кисәкләрендә тормыш-көнкүреш дәрәҗәләрендә мохтаҗлыкны һәм тигезсезлекне тамырдан юк итү күпчелек халыкның ихтыяҗлары тотрыклы үсүе һәм канәгатьләндерелүе өчен зарури.
- Иминлек, үсеш һәм әйләнә-тирәлекне саклау үзара бәйләнгән һәм аерылгысыз.

Очрашуның төп документы «XXI гасырга көн тәртибе» үсешне социаль, икътисади һәм экологик күзлектән караганда ничек итеп тотрыклы итү программасы була.

Бу документта дәүләтләр үсеш һәм икътисади хезмәттәшлек мәсьәләләре буенча үз өсләренә алган дөньякүләм килешү һәм сәяси йөкләмәләр чагылыш таба.

Кызганычка каршы, Рио-де-Жанейро конференциясеннән соң үткән еллар дәвамында күп кенә фәнни, технологик, социаль һәм сәяси проблемаларның гадәттән тыш катлаулы, ә кабул ителгән тәкъдимнәрне тормышка ашыру авыр булуы ачыкланды. Куәтле халыкара корпорацияләр ихтыяҗлары, илләрнең сәяси мәнфәгатьләре, социаль һәм этник фикер каршылыклары, гражданнарның арттырып куллануга омтылышы Рио-де-Жанейрода югары дәрәҗәдәге очрашу карарларында беркетелгән бөтендөнья халкының яхшы ниятеннән көчлерәк булып чыкты.

Ләкин табигать белән исәпләшмичә икътисадның үсешен дәвам иттерү — бу кешелек дөньясын һәлакәткә илтү дигән сүз. Һәлакәтне булдырмас өчен, барысына да: халыкларга, дәүләтләргә, зур промышленность корпорацияләренә, урта һәм кече бизнеска, кешеләр коллективларына һәм һәрбер кешегә — тотрыклы үсеш принциплары тарафыннан күрсәтелгән юнәлештән тайпылмаска кирәк.

Тайлер Миллер «Жизнь в окружающем мире» дигән искиткеч китабын шундый матур сүзләр белән тәмамлый: «Әгәр бу хәл, чынлап та, күп кешене борчый икән, алдыбызда торган катлаулы үзара бәйләнгән проблемаларны чишәргә һәм Җир йөзендә тотрыклы җәмгыять төзүгә сикерешле күчеш ясамыйча, ә салмак күчеш ясарга әле соң түгел, әле вакыт бар. «Алар» хәл иткәнне көтәргә түгел, «безгә» хәл итәргә һәм мөмкин кадәр тизрәк».

▶ 1. Якынча исәпләп чыгарыгыз: әгәр үсеп килүче илләрнең халкы куллану күләмен алга киткән илләр дәрәҗәсенә җиткерсә, 2030 елга безнең планетага төшкән гомуми нагрузка (йөкләнеш) ничә тапкыр артачак? Бүгенге көндә Җир йөзендәге алга киткән илләрдә яшәүче халыкның биштән бер өлешенә еллык керемнең

83 % ы туры килә. Үсеп килүче илләрдә алга киткән илләрдәгедән дүрт тапкыр артыграк кеше яши, һәм 2030 елга бу сан икеләтә артачак.

2. Бүгенге көндә сез илдә һәм дөньяда нинди төп үсеш тенденцияләрен күрәсез? Аларда экологик, икътисади һәм социаль проблемалар ничек бәйләнгән? Сезнең фикерегезчә, нинди проблемаларны беренче чиратта хәл итәргә кирәк? Сез яши торган төбәк, шәһәр яки өлкә, Россия һәм бөтендөнья өчен беренче урында торган максатлар исемлеген төзегез. Бу сораулар буенча сыйныфта бергә фикер алышыгыз.

3. Табигатьне саклау оешмаларыннан ниндиләрне беләсез? Ничек уйлыйсыз: Гринпис активистлары файдалы эш башкаралармы? Әйләнә-тирәлекне, сезнең фикерегезчә, ничек сакларга кирәк?

МӘСЬӘЛӘЛӘР ЧИШҮ

27 нче параграфның 5 нче биреме.

1. Шартын схема рәвешендә языйк:

P	♀ соры төс	×	♂ кара төс
		↓	
F_1	16 соры	:	14 кара

2. Һәрбер фенотип янына үзен билгеләүче аллельләрне языйк. Кара төсне *аа* генотибы билгели, чөнки бу — рецессив төс, ә соры төс *А* аллеле белән билгеләнергә тиеш, чөнки ул — доминант. Икенче аллель әлегә билгесез. Шулай итеп, табабыз:

P	♀ соры төс	×	♂ кара төс
	A-	↓	*aa*
F_1	16 соры	:	14 кара
	A-		*aa*

«–» билгесе икенче аллельнең әлегә билгесез булуын күрсәтә.

3. Буын һәр ата-анадан берәр аллель алганлыктан, кара буын генотибы буенча, ана генотибын *Аа* билгелибез. Мәсьәлә чишелде.

28 нче параграфның 6 нчы биреме.

1. Шартын схема рәвешендә языйк:

P	♀ йомры кызыл җимешләр	×	♂ грушасыман сары җимешләр
		↓	

F_1 1 йомры кызыл : 1 груш. кызыл : 1 йомры сары : 1 груш. сары

2. Һәр фенотип янына үзен билгеләүче аллельләрне языйк. Шулай итеп, табабыз:

P	♀ йомры кызыл җимешләр	×	♂ грушасыман сары җимешләр
	A-B-	↓	*aabb*

F_1	1 йомры кызыл :	1 груш. кызыл :	1 йомры сары :	1 груш. сары
	A-B-	*aaB-*	*A-bb*	*aabb*

«–» билгесе бу фенотипта икенче аллель доминант та, рецессив та булырга мөмкинлеген күрсәтә.

3. Ана генотибындагы билгесез аллельләрне грушасыман сары җимешләр буенча билгелибез, һәр парның бер аллеле анадан килә дип исәпләгәндә, ана генотибында *a* һәм *b* аллельләре булырга тиеш.

4. Хәзер, атаның да, ананың да генотипларын белгән хәлдә, барлык җимешләрнең генотипларын язарга мөмкин:

P	♀	йомры кызыл җимешләр *AaBb*	×	♂	грушасыман сары җимешләр *aabb*
Гаметалар		*AB; ab; Ab; aB*	↓		*ab*

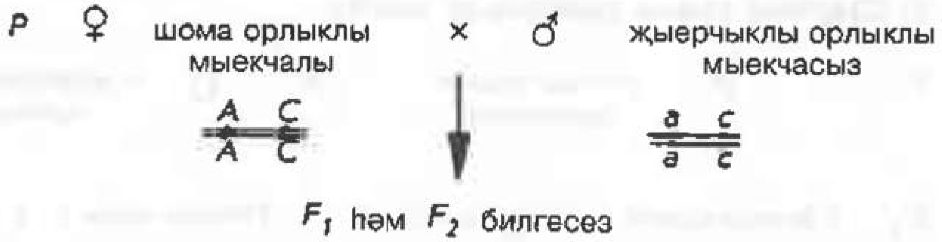
F₁ 1 йомры кызыл : 1 груш. кызыл : 1 йомры сары : 1 груш. сары

AaBb *aaBb* *Aabb* *aabb*

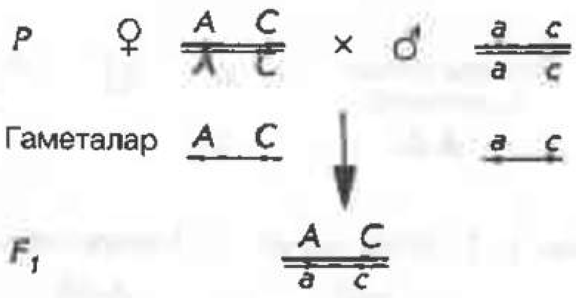
5. 1:1:1:1 чагыштырмасында таркалу күзәтелүе мәсьәләнең чишелеше дөреслеген раслый. Әлеге очракта, ата гаметаларның бер генә тибы булганга, F_1 буынында таркалу ана гаметалар типларының чагыштырмасы белән билгеләнә, ул $1AB:1ab:1Ab:1aB$ га тигез (Мендельнең өченче законын карагыз).

29 нчы параграфның 2 нче биреме.

1. Генотипны язуның хромосомалы ысулыннан файдаланып, схема рәвешендә мәсьәләнең шартын язабыз:

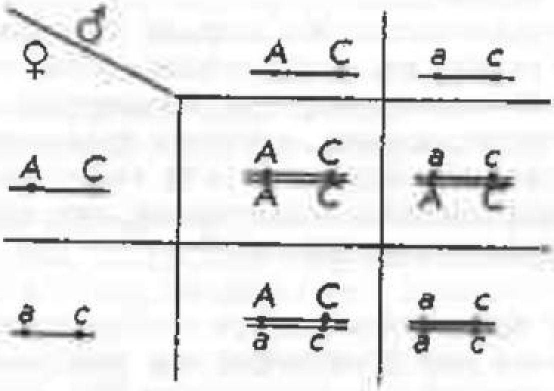


2. Ата һәм ананың гаметаларын билгелибез һәм F_1 не табабыз:



ягъни барлык үсемлекләр шома орлыклы һәм мыекчалы.

3. F_1 нең гаметаларын билгелибез һәм F_2 не табабыз. Хромосомалар кисешүе булмаганда, F_1 дә ике генә тип гаметалар — *AC* һәм *ac* була. Шулай булгач, Пеннет челтәреннән файдаланып, F_2 не табабыз:



ягъни F_2 дә $1AACC:2AaCc:1aacc$ таркалышын табабыз, бу фенотип буенча таркалуга туры килә: 3 шома орлыклы, мыекчалы : 1 җыерчыклы орлыклы, мыекчасыз.

79 нчы параграфның 1 нче биреме.

Керем әйләнә-тирәлеккә төшкән нагрузкага туры пропорциональ дип уйлыйк. Алга киткән илләрдә Җир йөзендә яшәүче барлык халыкның 20 проценты тарафыннан табылган 83 % керемне 17% ка (Җир йөзендәге 80% халыкның кеременә) бүлик. 4,9 ны табабыз, бу — халыкның $^1/_5$ өлешенә калган $^4/_5$ өлешенә караганда шулкадәр тапкыр күбрәк туры килә дигән сүз. Үсеп килүче илләрдә дүрт тапкыр күбрәк кеше яши, 30 ел дәвамында аларның саны ике мәртәбә артканлыктан, 4,9 ны 8 гә тапкырлыйбыз. Нәтиҗәдә гомуми керем, димәк, тирәлеккә нагрузка якынча 40 тапкыр арткан булып чыга.

ЛАБОРАТОР ПРАКТИКУМ

1 нче лаборатор эш

Тема: Үсемлек, хайван, гөмбә һәм бактерия күзәнәкләренең төзелешен микроскопта карау.

Максат: микропрепаратларны әзерләү күнекмәләрен ныгыту һәм аларны микроскопта карау, төрле организм күзәнәкләренең төзелешенә хас үзенчәлекләрне табу, аларны үзара чагыштыру.

Җиһазлар: микроскоплар, предмет пыялалары һәм каплавыч пыялалар, су салынган стаканнар, пыяла таякчыклар, башлы суган, җебеткән чүпрә, печән таякчыгы культурасы, күп күзәнәкле хайваннарның күзәнәкләре микропрепаратлары.

Эш барышы

1. Суган кабыгы ярысыннан, чүпрә гөмбәчекләреннән, печән таякчыгы бактерияләреннән микропрепаратлар әзерләгез. Аларны, шулай ук күп күзәнәкле организмнар күзәнәкләреннән әзер микропрепаратны микроскопта карагыз.

2. Үзегез күргәнне бу объектларның таблицадагы сурәтләре белән чагыштырыгыз. Күзәнәкләрнең рәсемен дәфтәрегезгә ясагыз һәм яктылык микроскобында күренә торган органоидларны билгеләгез.

3. Бу күзәнәкләрне үзара чагыштырыгыз. Сорауларга җавап бирегез: күзәнәкләрнең охшашлыгы һәм аерымлыгы нидән гыйбарәт? Төрле организмнарның күзәнәкләре охшашлыгының һәм аерымлыгының сәбәпләре нәрсә белән аңлатыла? Бактерияләрнең, хайваннар, үсемлекләр, гөмбәләрнең эволюциясе ничек барган? Үзегез аңлатып бирергә тырышыгыз.

2 нче лаборатор эш

Тема: Суган кабыгы ярысы күзәнәкләрендә плазмолиз һәм деплазмолиз.

Максат: плазмолизны күзәтү өчен тәҗрибә үткәрү күнекмәләре булдыру, микроскоп белән эш итү осталыгын арттыру, күзәтү һәм алынган нәтиҗәләрне аңлату.

Җиһазлар: микроскоплар, предмет пыялалары һәм каплавыч пыялалар, пыяла таякчыклар, су салынган стаканнар, фильтр кәгазе, аш тозы эремәсе, башлы суган.

Эш барышы

1. Суган кабыгы ярысыннан препарат әзерләгез, күзәнәкләрне микроскопта карагыз. Цитоплазманың күзәнәк тышчасына карата урнашуына игътибар итегез.

2. Микропрепараттагы каплавыч пыяланың читенә фильтр кәгазе куеп, суны кәгазьгә сеңдерегез. Предмет пыяласына бер тамчы аш тозы эремәсен тамызыгыз. Цитоплазманың торышы ничек үзгәрүен күзәтегез.

3. Фильтр кәгазе ярдәмендә аш тозы эремәсен суыртыгыз. Предмет пыяласына 2—3 тамчы су тамызыгыз. Цитоплазманың торышын күзәтегез.

4. Күзәтелә торган күренешне аңлатыгыз. Сорауларга җавап бирегез: тукыманы тоз эремәсенә урнаштырганда, су кая күчте (күзәнәк-

ләргәме, әллә күзәнәкләрдәнме)? Суның мондый хәрәкәтен нәрсә белән аңлатырга мөмкин? Тукыманы суга урнаштырганда, су тукымадан кая таба хәрәкәтләнде? Бу нәрсә белән аңлатыла? Сез ничек уйлыйсыз, күзәнәкләрне тоз эремәсендә озак вакытка калдырсалар, күзәнәкләрдә нәрсә булыр иде? Тоз эремәсен чүп үләннәрне бетерүдә файдаланырга мөмкинме?

3 нче лаборатор эш (ике вариантта)

Тема: Тере тукымаларда ферментларның каталитик активлыгы.

Максат: күзәнәкләрдә ферментларның роле турындагы белемнәрне формалаштыру, микроскоп белән эш итү осталыгын арттыру, тәҗрибәләр үткәрү һәм эш нәтиҗәләрен аңлату.

I вариант

Җиһазлар: водород пероксидының яңа ясалган 3 % лы эремәсе, пробиркалар, пинцет, үсемлек (пешкән һәм чи бәрәңге кисәкләре), хайван тукымалары (чи һәм пешкән ит яки балык кисәкләре), ком, киле һәм киле сабы.

Эш барышы

1. Биш пробирка әзерләгез һәм беренче пробиркага — ком, икенчесенә — чи бәрәңге кисәге, өченчесенә — пешкән бәрәңге кисәге, дүртенчесенә — чи ит кисәге, бишенче пробиркага пешкән ит кисәге салыгыз. Һәр пробиркага аз гына водород пероксиды тамызыгыз. Пробиркаларның һәркайсында нәрсә булуын күзәтегез.

2. Киледә чи бәрәңге кисәген азрак ком сибеп ваклагыз. Вакланган бәрәңгене комы белән бергә пробиркага күчерегез һәм аңа аз гына водород пероксиды тамызыгыз. Вакланган һәм вакланмаган үсемлек тукымасының активлыгын чагыштырыгыз.

3. Һәр тукыманың төрлечә эшкәрткәндәге активлыгын күрсәткән таблица төзегез.

4. Табылган нәтиҗәләрне аңлатыгыз. Сорауларга җавап бирегез: ферментның активлыгы кайсы пробиркаларда күренде? Сәбәбен аңлатыгыз. Тере һәм үле тукымаларда ферментларның активлыгы ничек чагыла? Күзәтелә торган күренешне аңлатыгыз. Тукыманы ваклау ферментның активлыгына ничек тәэсир итә? Тере үсемлек һәм хайван тукымаларында ферментның активлыгы аерыламы? Водород пероксидының таркалу тизлеген ничек үлчәргә тәкъдим итәр идегез? Сез ничек уйлыйсыз, водород пероксидын таркатучы каталаза ферменты барлык тере организмнарда бармы? Җавабыгызны дәлилләгез.

II вариант

Җиһазлар: микроскоплар, предмет пыялалары һәм каплавыч пыялалар, су салынган стаканнар, пыяла таякчыклар, водород пероксиды, элодея яфрагы.

Эш барышы

1. Элодея яфрагыннан препарат әзерләгез, аны микроскопта карагыз һәм анда күренгән берничә күзәнәкнең рәсемен ясагыз.

2. Микропрепаратка водород пероксиды тамызыгыз һәм күзәнәкләрнең халәтен күзәтегез.

3. Күзәтелә торган күренешне аңлатыгыз. Сорауларга җавап бирегез: яфрак күзәнәкләреннән нинди газ аерылып чыга? Ул ни сәбәптән аерылып чыга?

4. Предмет пыяласына бер тамчы водород пероксидын тамызыгыз, аны микроскопта карагыз, күргәнегезне тасвирлагыз. Водород пероксидының элодея яфрагындагы һәм пыяладагы халәтен чагыштырыгыз. Нәтиҗәләр ясагыз.

4 нче лаборатор эш

Тема: Төрле төр үсемлекләрнең морфологик үзенчәлекләре.

Максат: укучыларга төрнең морфологик критерие төшенчәсен төшендерү, үсемлекләргә тасвирлама төзү күнекмәләрен ныгыту.

Җиһазлар: яшел үсемлекләр яки төрле төрдәге үсемлекләрнең гербарийлары.

Эш барышы

1. Ике төр үсемлекне тикшерегез, аларның атамаларын языгыз, һәр төрнең морфологик характеристикасын төзегез, ягъни аларның тышкы төзелешендәге үзенчәлекләрен (яфраклары, сабаклары, тамырлары, чәчәкләре, җимешләренең үзенчәлекләрен) тасвирлагыз.

2. Ике төр үсемлекне чагыштырыгыз, охшашлык һәм аерымлык билгеләрен ачыклагыз. Үсемлекләрнең охшашлыгы (аерымлыгы) нәрсә белән аңлатыла?

5 нче лаборатор эш

Тема: Организмнарның үзгәрүчәнлеге.

Максат: организмнарның үзгәрүчәнлеге төшенчәсен формалаштыру, натураль объектларны күзәтү, үзгәрүчәнлек билгеләрен табу.

Җиһазлар: организмнарның үзгәрүчәнлеген күрсәтүче тарату материалы (һәркайсы 2—3 әр данәдә 5—6 төр үсемлек, орлыклар, җимешләр, яфраклар һ.б. җыелмасы).

Эш барышы

1. Бер үк төргә караган 2—3 үсемлекне чагыштырыгыз (аларның аерым органнарын: яфракларын, орлыкларын, җимешләрен һ.б.ны чагыштырырга мөмкин), аларның төзелешендә охшашлык билгеләрен табыгыз. Бер төрдәге үсемлекләрнең охшашлык сәбәпләрен аңлатыгыз.

2. Үзегез тикшерә торган үсемлекләрнең аерымлык билгеләрен табыгыз. Сорауга җавап бирегез: организмнарның нинди үзлекләре бер үк төргә караган затлар арасында аерымлыкка сәбәп була?

3. Организмнардагы бу үзлекләрнең эволюция өчен әһәмиятен ачыклагыз. Сезнеңчә, нинди аерымлыклар нәселдәнлек үзгәрүчәнлегенә, ә нindиләре яшәү дәверендә барлыкка килгән үзгәрүчәнлеккә бәйле? Бер төр затлары арасында аерымлыклар ничек барлыкка килә алуын аңлатыгыз.

6 нчы лаборатор эш

Тема: Организмнарның яшәү тирәлегенә җайлашуы.

Максат: организмнарның яшәү тирәлегенә җайлашуы төшенчәсен формалаштыру, организмнарның яшәү тирәлегенә җайлашу билгеләрен ачыклый белергә өйрәнү.

Җиһазлар: үсемлекләрнең гербарийлары яки бүлмә гөлләре, чучелолар яки төрле тирәлектә яшәүче хайваннарның сурәтләре.

Эш барышы

1. Сезгә тикшерү өчен тәкъдим ителгән үсемлекнең һәм хайванның яшәү тирәлеген билгеләгез.

2. Яшәү тирәлегенә җайлашу билгеләрен ачыклагыз.

3. Җайлашуның чагыштырма характерда булуын ачыклагыз.

4. Эволюциянең этәргеч көчләре турындагы белемнәрегезгә нигезләнеп, җайлашулар барлыкка килү механизмнарын аңлатыгыз.

7 нче лаборатор эш

Тема: Ароморфозлар (үсемлекләрдә) һәм идиоадаптацияләр (бөҗәкләрдә).

Максат: үсемлекләрдәге һәм хайваннардагы ароморфозлар һәм идиоадаптацияләрне ачыклый белү күнекмәләре булдыру.

Җиһазлар: суүсемнәр, мүкләр, абагасыманнар, чәчәкле үсемлекләрнең гербарийлары, нарат яки чыршы ботаклары, бөҗәкләр коллекциясе.

Эш барышы

1. Суүсем, мүк, абаганы, нарат яки чыршы ботагын, чәчәкле үсемлекне җентекләп карагыз. Аларда нинди органнар барлыгын әйтегез.

2. Бу бүлекләргә кергән үсемлекләр төзелешендә катлаулана бару билгеләрен ачыклагыз һәм аларның әһәмиятен аңлатып бирегез. Суүсемнәрдән башлап ябыкорлыклыларга кадәр үсемлекләрнең эволюциясе нинди юнәлештә баруын билгеләгез.

3. Төрле отрядка (тәңкәканатлылар, турыканатлылар, парканатлылар һ.б.га) керүче бөҗәкләрне тикшерегез, аларның төзелешендәге охшашлык һәм аерымлык билгеләрен ачыклагыз. Бөҗәкләрнең эволюциясе нинди юнәлештә баруы турында нәтиҗә ясагыз.

4. Бу отрядларга караган бөҗәкләрдәге идиоадаптацияләрне тасвирлагыз, аларның эволюцион әһәмиятен ачып бирегез.

8 нче лаборатор эш

Тема: Җирле үсемлек сортларының фенотиплары.

Максат: модификацион үзгәрүчәнлек турында белемнәрне формалаштыру, фенотип буенча үсемлекләргә тасвирлама бирә һәм аларны үзара чагыштыра белү.

Җиһазлар: төрле үсемлек сортларының (бодай, арыш, арпа һ.б.ның) гербарийлары.

Эш барышы

1. Бер сорттагы ике данә бодай үсемлеген (арыш, арпа һ.б.ны) тикшерегез. Бу үсемлекләрне чагыштырыгыз.

2. Һәр үсемлекнең фенотибын тасвирлагыз (яфраклары, сабаклары, чәчәкләре төзелешендәге үзенчәлекләрне). Модификацион үзгәрүчәнлек нәтиҗәсендә килеп чыккан билгеләрне һәм генотипка бәйле булганнарын ачыклагыз.

3. Модификацион үзгәрүчәнлекнең сәбәпләрен, аның әһәмиятен ачып бирегез.

9 нчы лаборатор эш (ике вариантта)

Тема: Үзгәрүчәнлек, вариацион рәт һәм вариацион кәкренең төзелеше.

Максат: укучыларны модификацион үзгәрүчәнлекнең статистик закончалыклары белән таныштыру, вариацион рәт һәм өйрәнелә торган билгенең үзгәрүчәнлек графигын төзи белергә өйрәтү.

I вариант

Җиһазлар: фасоль, борчак орлыклары, бодай, арыш башаклары, бәрәңге бүлбеләре, акация, өрәңге яфраклары (парта саен һәр төрдән 10 ар данә).

Эш барышы

1. Бер төрдәге берничә үсемлекне (орлыкларын, бүлбеләрен, яфракларын һ.б.ны) карагыз, аларның зурлыкларын яки яфрак җәймәләренең санын исәпләгез яки башка билгеләрен чагыштырыгыз. Мәгълүматларны дәфтәрегезгә языгыз.

2. Табылган мәгълүматларны таблицага языгыз: горизонталь буенча башта билгенең (мәсәлән, башактагы башакчыклар саны, орлыкларның зурлыгы, яфрак җәймәсенең озынлыгы) үзгәрү эзлеклелеген чагылдырган саннар рәтен урнаштырыгыз, аннан аскы рәткә һәр билгенең очрау ешлыгын языгыз. Нинди билгеләрнең — ешрак, ниндиләренең сирәк очравын ачыклагыз.

3. Билгенең үзгәрүе белән аның очрау ешлыгы арасындагы бәйлелекне графикта чагылдырыгыз.

4. Модификацион үзгәрүчәнлекнең нинди закончалыгын табуыгыз турында нәтиҗә ясагыз.

II вариант

Җиһазлар: линейка яки сантиметр.

Эш барышы

1. Сыйныфта һәркайсыгызның буен сантиметрга кадәр төгәллек белән үлчәгез, саннарны түгәрәкләп алыгыз. Мәсәлән, укучының буе 165,7 см булса, аны 166 см дип языгыз.

2. Бер-берсеннән 5 см га аерылып торган саннарны (150—155 см, 156—161 см һ.б.) төркемләгез һәм һәр төркемгә ничә укучы керүен исәпләгез. Табылган мәгълүматларны языгыз:

Укучылар саны ... 2
Буе, см да .... 145—150

3. Горизонталь күчәрдә укучыларның буен миллиметрларда, ә вертикаль күчәрдә буйлары билгеле бер озынлыктагы укучыларның санын күрсәтеп, укучыларның буе үзгәрүчәнлегенең вариацион рәтен, шулай ук вариацион кәкресен төзегез.

4. Барлык үлчәүләрнең суммасын үлчәүләрнең гомуми санына бүлеп, үзегезнең сыйныф укучыларының уртача буен исәпләп чыгарыгыз.

5. Кызларның һәм малайларның уртача буй озынлыгын исәпләп чыгарыгыз һәм графикта күрсәтегез.

6. Сорауларга җавап бирегез: сезнең сыйныфта нинди буйлы укучылар күбрәк, ниндиләре азрак? Укучыларның буй озынлык-

ларында нинди тайпылу очрый? Сезнең сыйныфта кызларның һәм малайларның уртача буе нинди? Буй озынлыгындагы тайпылышның сәбәпләре нинди?

Кыр эше (көзен яки язын үткәрергә мөмкин)

Тема: Кешенең су тирәлегенә йогынтысы һәм сулыкларның яр буйлары пычрану.

Максат: укучыларга тирәлекне пычратуда без барыбыз да турыдан-туры яки читләтеп өлеш кертүебез һәм, пычрануны киметү өчен, һәркайсыбыз нәрсә дә булса эшли алуыбыз турында төшендерү.

Төп информация: сулыктагы суның сыйфаты билгеле бер дәрәҗәдә суҗыйгыч мәйданының нинди хәлдә булуына бәйле; туфрак эрозиясе суның болганчыклануына сәбәп булырга мөмкин; промышленность предприятиеләре, коммуналь хуҗалыклар чыгарган ташландыклар пычрануга китерә; сулык ярына чыгарып ташланган чүп-чар ландшафтны гына бозып калмый, калдыклардан юылып сулыкларга эләккән зарарлы матдәләр чыганагы да булырга мөмкин.

Эш барышы

1. Укучылар төркемнәргә бүленә, һәм һәр төркем чыгыш әзерли: җирле елга яки күл турында алар нәрсә белә; сулыкка су каян җыела; бу елга шәһәрләр аша узамы; сулык тирәсендәге җирләр ничек файдаланыла; пычратучы нинди чыганаклар суның сыйфатына йогынты ясарга мөмкин.

2. Сулык янына кыр эшенә чыгу.

Елга яки күл яр буйлары төркемнәр арасында бүленә. Участокның зурлыгы 100—200 м.

3. Һәр төркем үз участогын тасвирлый: пычрату ихтималы булган барлык чыганакларны, торак пункт ягыннан килгәндә яр буена чыгарып ташланган көнкүреш һәм промышленность калдыкларын игътибарга ала. Төркем пычратучы чыганакларның һәм чүп-чар өемнәренең ролен бәяли (зурмы яки кечкенәме, даимиме яки вакытлымы, күптәнгеме яки яңамы һ.б.).

4. Соңыннан бердәм план төзеп булсын өчен, участокның планын алдан билгеләнгән масштабта башкаралар.

5. Нәтиҗәләр буенча фикер алышу сыйныфта үткәрелә. Биредә пычратучы чыганаклар, аларның урыны, елгага агым уңае буенча да, агымга каршы да тәэсире игътибарга алына.

6. Төркем тәкъдимнәр белән чыга: сулыкның пычрануын киметү өчен нәрсәләр эшләргә мөмкин; киләчәктә пычрануны киметү һәм хәзерге хәлне төзәтү өчен, җирле хакимият һәм укучылар үзләре нәрсә эшли ала. Һәр төркем иң беренче үз участогын коткару чараларын тәкъдим итәргә тиеш.

КЫСКАЧА ТЕРМИННАР СҮЗЛЕГЕ

Аллель — билге чагылышларының берсен контрольдә тотучы ген варианты.

Альтернатив — бер-берсен инкяр итә торган.

Антигеннар — организм тарафыннан чит җисем итеп кабул ителүче һәм үзенчәлекле иммун реакциясен китереп чыгаручы матдәләр.

Антитәнчекләр — чит җисемнәр (антигеннар) белән специфик бәйләнеп, иммунитетны тәэмин итүче глобуляр аксымнар.

Антропоидлар — кешесыманнар.

Ароморфоз — эволюция процессында тере организмнарның төзелеш дәрәҗәсенең катлаулылыгын шактый күтәрә торган билгеләрнең барлыкка килүе.

Асма́ (подве́сок) — чәчәкле үсемлекләрдә яралгының бер өлеше, ул орлык составында яралгының үзен тотып тора һәм яралгыга туклыклы матдәләрне үткәрү өчен хезмәт итә.

Ассимиляция (пластик алмашу) — гадирәк төзелешле кушылмалардан югары молекуляр төзелешле кушылмалар биосинтезы реакцияләренең җыелмасы.

Аутосомалар — һәр ике җенестә дә бер үк төрле, соматик күзәнәкләр хромосомасы.

Әверелеш — постэмбриональ үсеш процессында организмның кискен үзгәреш кичерүе, мәсәлән, личинканың олы организмга әверелүе.

Бластоцель — бластула эчендәге сыеклык белән тулган куышлык.

Бүлгәләнү — аталанган (яки партеногенез очрагында аталанмаган) күкәй күзәнәкнең эзлекле митотик бүленүе.

Бөреләнү (почкование) — җенессез үрчү ысулы; ана организмында үсенте — бөре барлыкка килә. Бөредән яңа зат үсә.

Вегетатив үрчү — җенессез үрчү төре; олы организмның тән өлешләрен аеру (чыбыкча, бөреләнү) ярдәмендә яки организмның үзгәргән өлешләре (бүлбе, суганча, тамырча) ярдәмендә үрчету.

Вектор — геннар инженериясендә чит күзәнәккә генетик информацияне күчерү өчен ясалма генетик конструкция; вектор сыйфатында бактерияләр, вируслар плазмидалары файдаланыла.

Гаплоид(лы) — хромосомаларның берәрле җыелмасы (n).

Ген — нәселдәнлекнең элементар берәмлеге, ДНКның бер полипептид чылбырны яки РНКның бер молекуласын кодка салучы өземтәсе.

Геннар дрейфы — чикләнгән зурлыктагы популяцияләрдә геннар ешлыгының очраклы юнәлешсез үзгәрүләре.

Геном — гаплоид җыелмалы хромосомаларның ДНК молекулалары тупланмасы; билгеле бер төргә караган организмнарда геннарның тулы җыелмасы.

Гетерозигота — гомологик хромосомалары бер үк генның төрле аллельләрен йөрткән организм яки күзәнәк.

Гибрид — бер-берсеннән аерылып торган геномнарны берләштерү нәтиҗәсендә табылган организм.

Гомеостаз — биологик системаларның үзенең составы һәм үзлекләре даимилеген саклау сәләте.

Гомозигота — гомологик хромосомалары бер генның охшаш аллельләрен йөртүче диплоидлы яки полиплоидлы күзәнәк яисә организм.

Гомологик хромосомалар — диплоидлы күзәнәкнең бертөрле геннар җыелмасына ия һәм төзелешләре бертөрле булган хромосомалар пары.

Гомология — чыгышлары уртак булуга бәйле, төрле төр вәкилләре арасындагы охшашлык.

Гормоннар — специальләшкән күзәнәкләрдә синтезланучы һәм башка органнарга һәм тукымаларга билгеле бер максатка юнәлтелеп тәэсир итүче биологик актив матдәләр.

Детрит — сулык төбенә утырган яки суда йөзеп йөргән вак органик кисәкчекләр (бактерияләр белән бергә череп таркалган хайван, үсемлек һәм гөмбә калдыклары).

Дивергенция — тереклекнең төрле шартларына җайлашулары исәбенә ырудаш төрләрдә билгеләрнең аерылуы.

Диплоид(лы) — хромосомаларның икеле җыелмасы ($2\ n$).

Дискрет — аерым кисәкчекләрдән торучы.

Диссимиляция (энергетик алмашу) — катлаулы органик матдәләрнең оксидлашу һәм таркалу реакцияләре җыелмасы. Бу реакцияләр вакытында югары энергетик химик бәйләнешле органик кушылмалар, барыннан да ешрак АТФ барлыкка килә.

Дренаж — җир асты каналлары системасы, алар арасында авыл хуҗалыгы җирләрен киптерү, җир асты (грунт) суларын агызу һәм аның биеклеген киметү тормышка ашырыла.

Еллык арту тизлеге — халык санының процентларда күрсәтелгән еллык артуына карый.

Идиоадаптация — тереклекнең җирле шартларына шәхси җайлашу.

Интерфаза — күзәнәк циклының ике бүленү арасындагы стадиясе.

Ирригация (сугару) — авыл хуҗалыгы үсемлекләренә оптималь (уңайлы) режим булдыру өчен, дым җитәрлек булмаган кырларга су җибәрү.

Күзәнәк циклы — күзәнәк тереклегендә бер митотик бүленү белән икенчесе арасындагы вакыт.

Клон — бер нәсел башыннан җенессез юл белән барлыкка килгән күзәнәкләр яки затлар җыелмасы.

Кодон (яки триплет) — синтезлана торган аксымга төгәл билгеле бер аминокислота керүен кодка салучы өч нуклеотид эзлеклелеге.

Конвергенция — тирәлекнең охшаш шартларына җайлашулары аркасында ырудаш булмаган төрләрдә билгеләр охшашлыгы.

Куаклык (подлесок) — урман бергәлегендә агачлар ярусы биеклегенә җитмәгән вак куакларның һәм агачларның бер өлеше.

Лейкемия — канда яман авыру.

Липидлар — биологик мембрана составына керә торган майлар һәм майсыман матдәләр. Барлык липидлар гидрофоб һәм суда начар эрүчән.

Мезодерма — күпчелек күп күзәнәкле хайваннарда урта яралгы җәймәсе.

Мимикрия — саклагыч үзлеге булмаган организмның саклагыч үзлеге булган (агулы, ашарга яраксыз) организмга охшавы, саклагыч төс һәм форма типларының берсе.

Модификация — нәселдән килмәгән үзгәреш.

Мутаген — мутацияләр ешлыгын арттыручы физик яки химик фактор.

Мутация — нәселдән килгән үзгәреш; ген үзгәреше.

Онтогенез — затның индивидуаль үсеше.

Оперон — прокариотларда аксымнарны кодка салучы, реакцияләрнең бер биохимик чылбырында катнашучы бер яки берничә гены булган транскрипция берәмлеге.

Оештыручылар — эмбрионның янәшә өлешләренә йогынты ясаучы һәм билгеле бер юнәлештә аларның үсешен тәэмин итүче урыннары.

Органоидлар — күзәнәкнең тереклек эшчәнлеге процессында махсус функцияләрнең башкарылуын тәэмин итүче даими күзәнәк структуралары. Мембрана органоидлары — плазматик мембрана, төш тышчасы, эндоплазматик челтәр, Гольджи аппараты, лизосомалар, митохондрияләр, пластидалар. Мембрананыкы булмаган органоидлар — хромосомалар, рибосомалар, центриольләр, цитоскелет, керфекчекләр, камчылар.

Партеногенез — ана җенес күзәнәкләре аталанмыйча үсеш ала торган җенси үрчү формасы.

Педосфера — җирнең туфрак капламы.

Плазмидалар — ДНКның күзәнәк тереклеге өчен бик үк мөһим булмаган хромосомадан читтә урнашкан молекулалары.

Полиплоидия — хромосомалар санының кабатлы артуы.

Полисахаридлар — мономерлары гади шикәрләр булган югары молекуляр төзелешле углеводлар (полимерлар).

Промотор — ДНКның РНК-полимераза таный торган бүлемтеге, шул урыннан РНК синтезы башлана.

Радионуклидлар — радиоактив төшләр һәм атомнар.

Регулятор геннар — ДНКның төрле органнарда һәм тукымаларда организм үсешенең төрле стадияләрендә структур геннар транскрипциясен специфик эшләтә башлаучы һәм туктатучы өземтәләре.

Редукция — борынгы бабаларда яки онтогенезның иртә стадияләрендә нормаль үсеш алган органның үсеп җитмәве яки тулысынча юкка чыгуы.

Рекомбинация — мейозда гомологик хромосомаларның аркылы кисешүе (алмашынуы) һәм аерылып китүе нәтиҗәсендә, яңа токымда ата-ананың генетик материалы бүленеп урнашуы.

Саф линия (яки клон) — үз-үзеннән аталану ярдәмендә үрчүче бер затның токымнары, күпчелек геннары буенча гомозиготалы.

Споралар — кайбер үсемлекләрнең һәм гөмбәләрнең җенессез үрчү өчен хезмәт итүче специальләшкән күзәнәкләре.

Структур геннар — аксымнарны кодка салучы геннар.

Табигать ресурслары (табигый ресурслар) — табигатьнең кеше тарафыннан файдаланыла торган компонентлары. Табигать ресурсларының төп төрләре: минераль, җир, климат, су, биологик ресурслар.

Таксон — организмнарның систематикада кабул ителгән төркемнәре (мәсәлән, төр, ыруг, семьялык).

Терминатор — ДНКның РНК синтезы тәмамлана торган өземтәсе.

Трансгенез — хайваннар, үсемлекләр яки микроорганизмнар геномына чит яки үзгәргән генетик информация кертү.

Трансплантация — тукымаларны яки органнарны күчереп урнаштыру.

Трансформизм — төрләрнең үзгәрүчәнлеге турындагы күзаллаулар системасы.

Төр ареалы — бирелгән төр вәкилләренең яшәү территориясе.

Туфракның дымсыйдырышлыгы — туфракның билгеле бер күләмдә (микъдарда) дым йота һәм саклый алу сәләте.

Туфракның механик составы — туфракта билгеле бер зурлыктагы бөртекләрнең (гранулаларның) процентлардагы микъдары.

Туфракның сууткәрүчәнлеге — туфракның су үткәрә алу сәләте; билгеле бер вакыт эчендә фильтрланган су миллиметрларда күрсәтелә.

ФАО — БМОның азык-төлек һәм авыл хуҗалыгы оешмасы.

Фенотип — организмның барлык билгеләре җыелмасы.

Фермент — күзәнәктә, организмда биохимик реакцияне катализлаучы аксым.

Фотопериодизм — яктылык көненең озынлыгы үзгәрүгә бәйле рәвештә организмнарның үсүе һәм үсеше процессларындагы үзгәрешләр.

Хитин — умырткасызларда һәм гөмбәләрдә терәк полисахариды.

Хлорофиллар — үсемлекләрнең Кояш яктылыгы энергиясен йотучы яшел пигментлары.

Хроматида — ДНК икеләтә артканнан соң, хромосоманың яртысы; бер хроматидада бер молекула ДНК урнашкан.

Хромосомалар — күзәнәк төшенең ДНКдан һәм каплаучы аксымнардан торучы, генетик информацияне йөртүче мембрананыкы булмаган органоидлары.

Хромосомалар картасы — билгеле бер хромосомаларда геннарның урнашу тәртибен һәм чагыштырмача араларын күрсәткән схема.

Хромосомаларның аркылы кисешүе — мейозның профазасы вакытында гомологик хромосомаларның охшаш бүлемтекләрен алмашуы.

Целлюлоза (яки клетчатка) — үсемлекләрнең күзәнәкләре стенкасының төп терәк полисахариды, иң таралган табигый полимерларның берсе.

Центромера — хромосоманың митоз һәм мейоз вакытында орчык җепләре берегә торган өземтәсе.

Шельф — Дөнья океаны төбенең 100 — 200 м тирәнлегендәге яр буе өлеше. Балыкның 90 % ы шельф суларында тотыла.

Эволюция — тереклек ияләренең формасы, төзелеше һәм үз-үзләрен тотышлары буыннан-буынга тарихи үзгәрүе.

Экскрементлар — хайваннарның каты һәм сыек тизәкләре.

Эктодерма — күп күзәнәкле хайваннарның тышкы яралгы җәймәсе.

Энтодерма — күп күзәнәкле хайваннарның эчке яралгы җәймәсе.

Эритроцитлар — умырткалыларда канның кызыл күзәнәкләре (кызыл кан тәнчекләре). Аларда үпкәдән тукымаларга — кислород һәм тукымалардан үпкәгә углекислый газ китерә торган гемоглобин була (һәрберсендә $2 \cdot 10^8$ молекула).

Яңартучы күзәнәкләр (стволовые клетки) — хайваннарның органнарында һәм тукымаларында башлангыч бирүче күзәнәкләр; үлгән яки зарарланган күзәнәкләрне алмаштырып үрчергә сәләтле.

ЭЧТӘЛЕК

Дәреслектән ничек файдаланырга 3
Кереш 4

I КИСӘК. КҮЗӘНӘК — ТЕРЕКЛЕК БЕРӘМЛЕГЕ

I бүлек. Күзәнәкнең химик составы 7

§1. Неорганик кушылмалар 7
§2. Биополимерлар. Углеводлар, липидлар 11
§3. Биополимерлар. Аксымнар, аларның төзелеше 14
§4. Аксымнарның функцияләре 20
§5. Биополимерлар. Нуклеин кислоталары 22
§6. Күзәнәктә АТФ һәм башка органик кушылмалар 25

II бүлек. Күзәнәкнең структурасы һәм функцияләре 27

§7. Күзәнәк теориясе 28
§8. Цитоплазма. Плазматик мембрана. Эндоплазматик челтәр. Гольджи комплексы һәм лизосомалар 31
§9. Цитоплазма. Митохондрияләр, пластидалар, хәрәкәт органоидлары, тупланмалар 37
§10. Күзәнәк төше. Прокариотлар һәм эукариотлар 41

III бүлек. Күзәнәкнең энергия белән тәэмин ителүе 44

§11. Фотосинтез. Яктылык энергиясенең химик бәйләнешләр энергиясенә әверелүе 45
§12. Органик матдәләрнең кислородсыз оксидлашуы исәбенә күзәнәкләрнең энергия белән тәэмин ителүе 50
§13. Кислород катнашында биологик оксидлашу 52

IV бүлек. Нәселдәнлек информациясе һәм аның күзәнәктә гамәлгә ашуы 55

§14. Генетик информация. ДНКның икеләтә артуы 55
§15. ДНК матрицасы буенча информацион РНК ясалу. Генетик код 58
§16. Аксымнар биосинтезы 62
§17. Транскрипция һәм трансляциянең регуляциясе 64
§18. Вируслар 67
§19. Геннар һәм күзәнәк инженериясе 71

II КИСӘК. ОРГАНИЗМНАРНЫҢ ҮРЧҮЕ ҺӘМ ҮСЕШЕ

V бүлек. Организмнарның үрчүе 75

§20. Күзәнәкнең бүленүе. Митоз 75
§21. Җенессез һәм җенси үрчү 78
§22. Мейоз 80
§23. Җенес күзәнәкләре барлыкка килү һәм аталану 84

VI бүлек. Организмнарның индивидуаль үсеше 87

§24. Организмнарның яралгы чорындагы һәм постэмбриональ үсеше 87
§25. Организм — бербөтен ул 91

III КИСӘК. ГЕНЕТИКА ҺӘМ СЕЛЕКЦИЯ НИГЕЗЛӘРЕ

VII бүлек. Нәселдәнлек күренешләренең төп закончалыклары 96

§26. Моногибрид кушылдыру. Мендельнең беренче һәм икенче законнары 96
§27. Генотип һәм фенотип. Аллель геннар 100
§28. Дигибрид кушылдыру. Мендельнең өченче законы 103
§29. Геннарның тоташып күчүе 106
§30. Җенес генетикасы 109
§31. Геннарның үзара тәэсир итешүе. Төштән читтә урнашкан нәселдәнлек 112
§32. Билге формалашуда генотип һәм тирәлекнең үзара тәэсире 113

VIII бүлек. Үзгәрүчәнлек закончалыклары 116

§33. Модификацион һәм нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге. Комбинатив үзгәрүчәнлек 116
§34. Мутацион үзгәрүчәнлек 119
§35. Кешенең нәселдәнлек үзгәрүчәнлеге 122
§36. Кешедә була торган кайбер нәселдәнлек авыруларын дәвалау һәм аларны булдырмый калу 126

IX бүлек. Генетика һәм селекция 128

§37. Йортлаштыру — селекциянең башлангыч этабы 128
§38. Хәзерге селекция методлары 131
§39. Полиплоидия, ерак төрләрне гибридлаштыру, ясалма мутагенез һәм аларның селекциядәге әһәмияте 134
§40. Селекциянең уңышлары 137

IV КИСӘК. ЭВОЛЮЦИЯ

X бүлек. Эволюцион идеяләрнең үсеше. Эволюциянең дәлилләре . . 142

§41. Эволюцион күзаллауларның барлыкка килүе һәм үсеше . . . 142
§42. Чарлз Дарвин һәм аның төрләр килеп чыгуы турындагы теориясе 144
§43. Эволюциянең дәлилләре 149
§44. Төр. Төрнең критерийлары. Популяция 157

XI бүлек. Эволюция процессының механизмнары 161

§45. Эволюция процессында үзгәрүчәнлекнең роле 161
§46. Табигый сайланыш — эволюциягә юнәлеш бирүче фактор . . . 164
§47. Популяцияләрдә табигый сайланыш формалары 166
§48. Геннар дрейфы — эволюция факторы 169
§49. Изоляция — эволюция факторы 171
§50. Җайлашу — эволюция факторлары тәэсиренең нәтиҗәсе . . . 172
§51. Төр барлыкка килү 175
§52. Эволюция процессының төп юнәлешләре 176

XII бүлек. Җирдә тереклек барлыкка килү 180

§53. Тереклекнең барлыкка килүе турындагы күзаллауларның үсеше 180

§54. Җирдә тереклекнең барлыкка килүе турында хәзерге күзаллаулар . . . 182

XIII бүлек. Җирдә тереклекнең үсеше . . . 185

§55. Криптозойда тереклекнең үсеше . . . 185
§56. Палеозой башланган чорда тереклекнең үсеше (кембрий, ордовик, силур) . . . 190
§57. Палеозой ахырында (девон, карбон, пермьдә) тереклекнең үсеше . . . 192
§58. Мезозойда тереклекнең үсеше . . . 196
§59. Кайнозойда тереклекнең үсеше . . . 201
§60. Органик дөньядагы күптөрлелек. Систематика принциплары 205
§61. Организмнарны классификацияләү . . . 210

XIV бүлек. Кешенең килеп чыгышы . . . 216

§62. Кешенең хайваннар арасындагы иң якын «нәселдәшләре» . . 216
§63. Приматлар эволюциясенең төп этаплары . . . 223
§64. Homo ыругының беренче вәкилләре . . . 227
§65. Акыллы кешенең килеп чыгуы . . . 231
§66. Кеше эволюциясенең факторлары . . . 238

V КИСӘК. ЭКОЛОГИЯ НИГЕЗЛӘРЕ

XV бүлек. Экосистемалар . . . 243

§67. Экология предметы. Тирәлекнең экологик факторлары 243
§68. Төрле төрдәге популяцияләрнең үзара тәэсир итешүе 245
§69. Бергәлекләр. Экосистемалар . . . 247
§70. Энергия агышы һәм туклану чылбырлары . . . 251
§71. Экосистемаларның үзлекләре . . . 256
§72. Экосистемаларның алмашынуы . . . 259
§73. Агроценозлар . . . 261
§74. Кешенең практик эшчәнлегендә экологик белемнәрнең кулланылышы . . . 263

XVI бүлек. Биосфера. Биосфераны саклау . . . 266

§75. Биосфераның составы һәм функцияләре . . . 266
§76. Химик элементлар әйләнеше . . . 268
§77. Биосферадагы биогеохимик процесслар . . . 272

XVII бүлек. Кеше эшчәнлегенең биосферага йогынтысы . . . 273

§78. Глобаль экологик проблемалар . . . 274
§79. Җәмгыять һәм әйләнә-тирәлек . . . 282

Мәсьәләләр чишү . . . 287
Лаборатор практикум . . . 290
Кыскача терминнар сүзлеге . . . 296

Учебное издание

Серия «Академический школьный учебник»

Беляев Дмитрий Константинович
Бородин Павел Михайлович
Воронцов Николай Николаевич и др.

БИОЛОГИЯ
Общая биология

10—11 классы

Учебник
для средней общеобразовательной школы
с татарским языком обучения

Базовый уровень

Казань. Татарское книжное издательство. 2013

Перевод с русского на татарский язык

Уку-укыту басмасы

«Академик мәктәп дәреслеге» сериясе

Беляев Дмитрий Константинович
Бородин Павел Михайлович
Воронцов Николай Николаевич һ. б.

БИОЛОГИЯ
Гомуми биология

10—11 нче сыйныфлар

Татар телендә урта гомуми белем бирү мәктәбе
өчен дәреслек

Төп курс

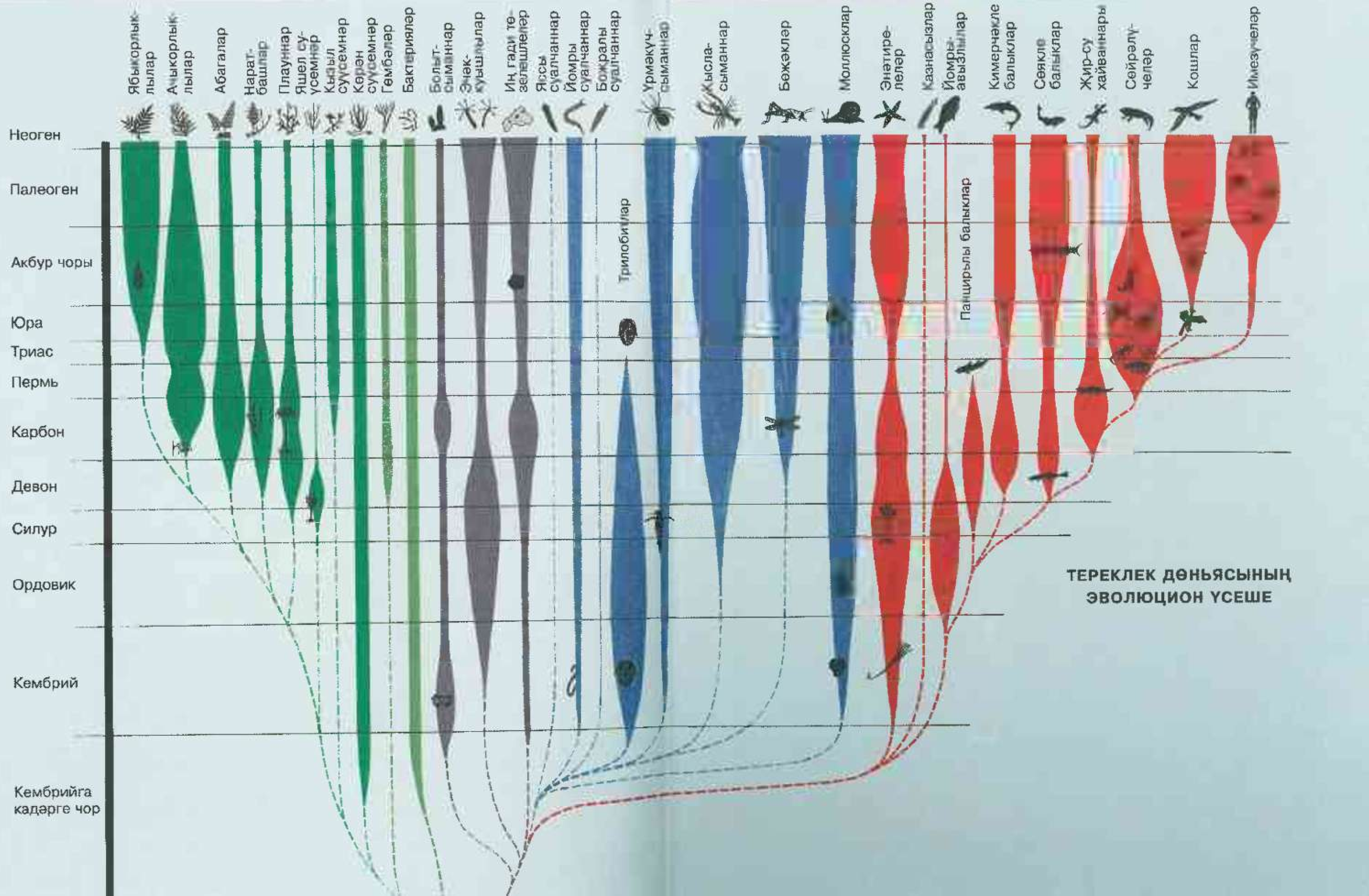
Мөхәррире *Р.З.Закирова*. Бизәлеш мөхәррире *Л.Р.Вафина*. Техник мөхәррире һәм компьютерда биткә салучысы *Г.Р.Галимҗанова*. Корректорлары *Г.Р.Ногманова*, *С.З.Гыймалетдинова*, *Р.Ә.Фәйзуллина*.

Оригинал-макеттан басарга кул куелды 14.06.2013. Форматы $70 \times 90^1/_{16}$.
Шартлы басма табагы 22,23+форз. 0,29. Тиражы 3000 д. Заказ С-1420.

«Татарстан китап нәшрияты» ДУП. 420111. Казан, Бауман урамы, 19.
Тел./факс: (843) 519-45-22; **http://tatkniga.ru**; **e-mail: info@tatkniga.ru**

Безнең китапларны түбәндәге адреслар буенча сатып алырга мөмкин:
Казан, Декабристлар урамы, 2. Татарстан китап нәшриятының маркетинг бүлеге.
Тел.: (843) 519-45-35.
Казан, Бауман урамы, 29/11. Татарстан китап нәшриятының фирма кибете. Тел.: (843) 292-03-18.

«Татмедиа» ААҖ филиалы «Идел-Пресс» полиграфия-нәшрият комплексы.
420066. Казан, Декабристлар урамы, 2.



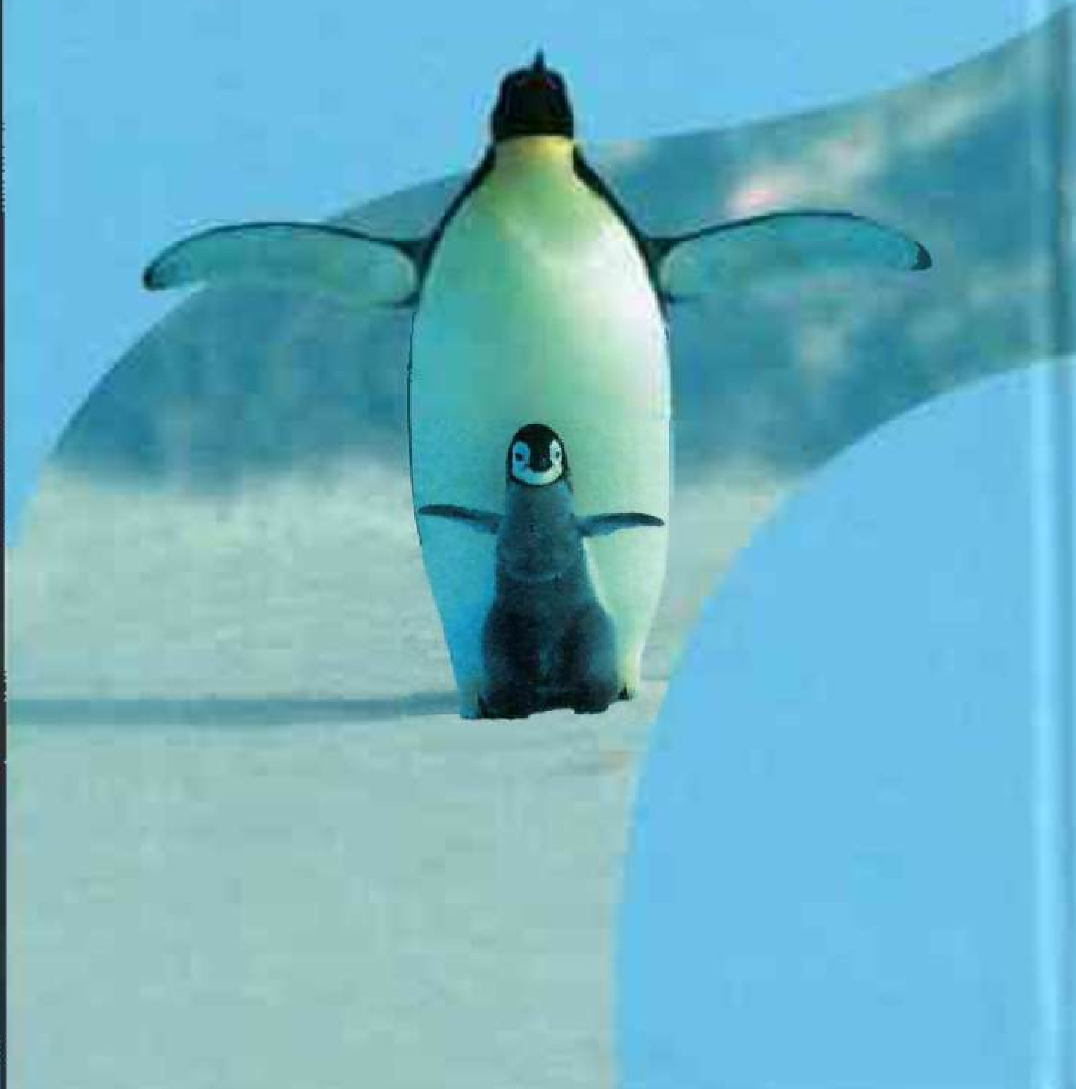
ТЕРЕКЛЕК ДӨНЬЯСЫНЫҢ ЭВОЛЮЦИОН ҮСЕШЕ

Россия фәннәр академиясе
Россия мәгариф академиясе
«Просвещение» нәшрияты

Академик мәктәп дәреслеге

А

Төп курс



9 785298 024754